Die

gemeinnützigsten und faßlichsten Sätze

aus der

Naturlehre

und

Scheidekunst.

Für

Real- und Feyertags-Schulen bearbeitet

von

Johann Georg Prändel,

Professor der Mathematik, der Physik, der Naturgeschichte und des Geschäftsstyls am hiesigen königlichen Edelknabenhause, wie auch der königlich-baierischen Akademie der Wissenschaften Ehrenmitgliede.

Zwey Bändchen.

Mit Figuren.

München,

bey Joseph Lindauer.

1809.

Vorrede.

Streben nach möglichster Deutlichkeit, und Einwebung gemeinnütziger Sachkenntnisse in einem prunklosen, zugerundetem Vortrage, war bis daher nach dem einstimmigen Urtheile unpartheyischer Kenner noch immer das karakteristische Gepräge meiner zum Beßten der vaterländischen Jugend verfaßten Lehrbücher. Diese beyden Zwecke setzte ich mir bey der Bearbeitung des gegenwärtigen Werkchens um so mehr vor Augen, da ich

es zunächst für Jünglinge bestimmte, die im eigentlichsten Sinne des Worts, keinen litterarischen Studiumsunterricht genossen, sondern ihre bisherige Ausbildung bloß den Knaben- oder Bürgerschulen zu verdanken haben. Daher wählte ich geflissentlich die katechetische Methode, weil man durch dieselbe in Stand gesetzt wird, die Begriffe mehr zu fixiren, von den Lehrgegenständen bestimmter zu sprechen, und sie gerade zu anzugreifen, eine Sache, die man beym Unterrichte unstudirter Leute (auch bey studirten thut sie oft gute Dienste) nie außer Acht lassen darf. Die nämliche Ursache bewog mich auch, alle algebraischen und streng-geometrischen Beweise physischer Lehrsätze daraus zu verbannen; weil es baarer Unsinn wäre, bey Schülern von diesem Schlage die zwey Wissenschaften, Algebra und Geometrie vorauszusetzen. Da aber sowohl in Knaben- als Bürgerschulen die bey uns allgemein beliebte Reesische Regel einige

nige Jahre her so gang und gäbe geworden, so wollte ich mir in diesem Stück eine neue Bahn brechen, und suchte die meisten physischen Rechnungsfälle durch diese Lieblingsmethode zu meistern. Es gelang mir auch durchgehends bey solchen Aufgaben, die sonst gewöhnlich durch Proportionen oder durch einfache Buchstabenformeln gelöset werden. Auf verwickelte Kalkuls dieser Art mußte ich sehr natürlich vor der Hand Verzicht thun.

Ich vergaß hierbey auch nicht, den selbstübenden Fleiß der Schüler zu wecken, indem ich allemal nach einem oder zwey aufgelösten Beyspielen — denn hierinn bin ich bekanntermassen unerschöpflich — eben so viele unaufgelöste von gleichem Schrot und Korn hinzufügte.

Um sowohl für die Bequemlichkeit der Schüler als für die Wohlfeile des Werkchens

zu sorgen, ließ die Verlagshandlung die erforderlichen Figuren in Holz schneiden, und sie dem Texte sogleich beydrucken.

Obgleich ich in der Bearbeitung des chemischen Theils, mit dessen Vollständigkeit gewiß jedermann zufrieden seyn wird, meistens die vortrefflichen Handbücher der beyden vaterländischen Gelehrten Imhofs und Weber's zu Rathe zog; so wird man doch immer auch eigne Ansichten, eigne Artikel, eigne Vortragsarten, und besonders aber eine Menge Beyspiele zur Beleuchtung der abgehandelten Materien finden, die nebst der Zusammenstellung der üblichsten chemischen Zeichen die Frucht einer vieljährigen Sammlung aus mancherley guten Schriften dieses ausgebreiteten Faches sind.

München,
den 2ten März 1809.

Der Verfasser.

Erster

Erster Abschnitt.

Vorbegriffe der Physik oder Naturlehre.

1. Fr. Was versteht man unter Naturlehre?

Antw. Man versteht darunter jene Wissenschaft, die von den Eigenschaften und Kräften der Körper handelt. Das Wort Physik ist aus der griechischen Sprache geborgt, und bedeutet das nämliche.

2. Fr. Was nennt man denn eigentlich einen Körper?

Antw. Jeden Gegenstand, der in die Sinne fällt, z. B. Steine, Pflanzen, Früchte.

3. Fr. Wäre demnach die Luft, die nicht gesehen werden kann, kein Körper?

Antw. Allerdings; denn wir empfinden sie ja beym Athemholen, bey der schnellen Bewegung einer Hand, beym Wehen des Windes u. s. f.

4. Fr. Welche Wesen werden lieber Materien oder Stoffe als Körper genennt?

Antw. Solche Wesen, die sich zwar empfinden, aber nicht in bestimmte Gränzen einschließen lassen, z. B. Wärme, Licht, Flüsse, woran oft der menschliche Körper leidet. u. s. w.

Diese Wesen haben das Eigne an sich, daß sie nie allein, sondern allemal nur in Verbindung mit andern Körpern erscheinen.

5. Fr. Wie vielfach ist der Sinn, den das Wort Natur hat?

Antw. Doppelt; denn einmal heißt sie der Inbegriff alles dessen, was auf unsere Sinne wirkt: ein andermal bezeichnet es die Grundursache aller Erscheinungen, die sich in der Körperwelt ereignen. — Manchmal bedeutet es auch die Summe aller Kräfte und Eigenschaften, die diese oder jene Körperart besitzt. So z. B. bringt es, sagen wir, die Natur des Kieselsteines mit sich, daß er am Stahl Feuer schlägt, daß er sich in der Gluthhitze verglaset u. s. w.; hingegen liegt es in der Natur des Kalksteins, daß er aufbrauset, wenn man guten Essig oder andere Säure daraufgießt, daß er durch fortgesetztes Glühen ätzend wird. u. d. gl.

6. Fr. Wodurch unterscheidet sich die Naturlehre von der Naturgeschichte?

Antw. Die Naturgeschichte bekümmert sich bloß um das Daseyn der Körper, um ihre Kennzeichen, und um ihre systematische Eintheilung: die Naturlehre hingegen forscht den Gründen der Erscheinungen an den Körpern nach, das heißt, sie ist bemüht die Fragen aufzulösen: Warum? Wie auf was Weise? In welchem Maße? u. d. gl. Die Untersuchung also, z. B. ob es in der Natur wirklich einen Phönix, einen Pelikan giebt, gehört in die Naturgeschichte. Hingegen die Frage: warum man den Blitz eher

sieht,

sieht, als den Donner hört, ist zur Naturlehre geeignet.

7. Fr. Was nennt man denn eigentlich eine Erscheinung im physischen Verstande?

Antw. Alles das, was wir an Körpern wahrnehmen, es mag ein bleibender Zustand: oder eine vorgehende Veränderung derselben seyn, z. B. die weiße Farbe des Silbers, das Schwitzen der Fenster, den Knall eines Schießgewehrs, das Fallen der Körper.

8. Fr. Was sind Naturgesetze?

Antw. Es sind solche Sätze, die die Vernunft aus allgemeinen Bemerkungen über die Wirkungsweise der Natur abgezogen. z. E. Wenn Wasser in verschlossenen Gefäßen gefriert, so zersprengt sie dieselben, und sollten es auch Kanonen seyn. Der Grund hievon liegt in der Natur des Eises, welches einen größern Raum einnimmt als das Wasser, woraus es erzeugt wird. — Feste Körper schwimmen in Flüssigkeiten, wenn jene geringer als diese sind. So schwimmt das Eisen im Quecksilber, weil ein Kubikzoll Eisen leichter als ein Kubikzoll Quecksilber ist. Gold aber geht darin zu Boden, aus entgegengesetzten Grunde.

9. Fr. Wo hat die Unfehlbarkeit dieser Naturgesetze ihren Grund?

Antw. In der durchgängig bemerkten Einförmigkeit, mit der die Natur überall und zu allen Zeiten wirkt, wenn je die wesentlichen Umstände die nämlichen bleiben. Sieht z. B. das Aug beym Sonnenschein eine Regenwolke, und hat die Sonne hinter sich, so erblickt es

ein schönes Farbenbild, das man den Regenbogen heißt. Da nun eine Regenwolke nichts anders ist, als eine Menge niederfallender oder freyschwebender Wassertropfen, und da sich ein solches Tropfenspiel durch Kunst leicht nachmachen läßt, so darf man sicher schließen, daß wenn das Aug, die Sonne und dieser künstliche Hintergrund die erforderliche Stellung gegen einander haben, obiges Farbenbild zum Vorschein kommen wird. Man kann sich von dieser Wahrheit leicht selbst überzeugen, wenn Wind das von hohen Springbrunnen oder Dachtraufen herniederfallende Wasser zerstäubt, oder wenn man Wasser aus einer Spritzkanne von irgend einer Höhe herabfallen läßt, und dabey das Aug in die gehörige Stellung bringt.

10. Fr. Welchen Nutzen gewähren diese Naturgesetze?

Antw. Sie erleichtern die Uebersicht der ganzen Naturlehre ungemein, indem durch sie Einheit und Ordnung in die Begriffe gebracht, das Gewisse vom Ungewissen, und das Bestimmte vom Unbestimmten abgesondert wird. Durch solche bewährte Naturgesetze wird man zudem in Stand gesetzt, irgend einen Erfolg vorauszusagen. z. B. Wer lothrecht gegen eine harte Fläche schießt, trifft sich selbst. Wer ein volles Faß nicht auch zugleich oben öffnet, erhält aus der untern Oeffnung nichts. Wer seine Tritte schief auf dem Glatteise aufsetzt, muß fallen. So weiß auch der Oekonom aus einer längst beobachteten Erfahrung, daß ein Mutterpferd 11, eine Kuh etwas über 9, ein Schaf 5, und ein Schwein 4 Monat trächtig geht.

11. Fr.

11. Fr. Wie kann man zu solchen Naturgesetzen gelangen?

Antw. Auf zwey Wegen, auf dem Wege der Beobachtung, und auf dem Wege der Versuche.

12. Fr. Was ist bloße Beobachtung?

Antw. das Bemerken solcher Erscheinungen, die sich an einem Körper ohne unser Zuthun ergeben. Auf diese Weise beobachten wir die Erd- und Mondsfinsternisse, das Ab- und Zunehmen des Mondes, die Nordlichter, die Gewitterwolken, die Schneelavinen im Hochgebirg. u. s. w.

13. Fr. Was nennt man einen Versuch?

Antw. Das Versetzen eines Körpers durch menschlichen Kunstfleiß in andere Umstände, wo man ihm Erscheinungen abzwingt, die er sich selbst überlassen nie geäußert haben würde. Wenn wir, gesetzt, Körper schlagen, oder auf eine andere Art in einen schnellschwingenden Zustand ihrer Theile versetzen, dann geben sie einen Schall von sich. Ein welker Apfel in luftleeren Raum gebracht, erhält seine vollkommne Gestalt. Man streiche eine Katze im Dunkeln mit der Hand etlichemal gegen die Haare, so wird sie Feuerfunken von sich sprühen ꝛc.

14. Fr. Was ist eine Hypothese?

Antw. Eine willkührlich angenommene Grundursache, wodurch sich eine Naturerscheinung befriedigend erklären läßt. So z. B. nehmen einige Naturforscher (Physiker) an, daß der Nordpol unsrer Erde ungemein viel Eisen enthalte,

und

und erklären sehr bequem daraus, warum sich die Magnetnadel immer nach Norden dreht.

15. Fr. Was ist von Hypothesen zu halten?

Antw. Ihr weiser Gebrauch hat in der Physik eben so viel Gutes, als der Mißbrauch desselben Uebels gestiftet. Wir hätten gegenwärtig manche ausgemachte Wahrheit nicht, wenn man nie Hypothesen erdacht haben würde. Ein Beweis hievon ist das unvergleichliche Weltsystem des Kopernikus, das allererst nur Hypothese war, und nun als ein unerschütterliches Lehrgebäude allen Einwürfen trotzt.

16. Fr. Welche Eigenschaften muß eine Hypothese haben?

Antw. Sie muß einfach, und zur Erklärung jener Erscheinung, weßwegen sie aufgestellt wird, hinreichend seyn. Sie darf auch nebenher keiner erprobten Thatsache widersprechen. Solche Fehler hatten die Weltsysteme des Ptolomäus, des Tycho de Brache und anderer. Sie ließen die Planeten in Epizykeln (gewisse krumme Linien) um die Sonne laufen, und konnten doch so manches nicht befriedigend erklären.

17. Fr. Wann darf man sich einer solchen Hypothese bedienen?

Antw. Wenn jeder andere Weg zur Ausforschung der Grundursache einer Erscheinung dem Physiker verschlossen ist. Dieses Loos erfuhren die alten Weltweisen bey der Erklärung der verschiedenen Bewegung der Planeten und der Erde um die Sonne. Sie hatten da keinen andern Führer als das Aug, welches bey so einer unermeßlichen Entfernung der Gegenstände eine

Menge

Menge der Gesichtsbetrüge (optischer Täuschungen) irre leitete.

18. Fr. Wie muß sich der nach Wahrheit geizende Physiker benehmen, um in keine Irrthümer verwickelt zu werden?

Antw. Seine Versuche müßen zweckmäßig, vorurtheilfrey und mit der größtmöglichsten Sorgfalt angestellt werden. Das nämliche gilt auch von Beobachtungen. Widrigen Falls ergeben sich in den Resultaten Mißhelligkeiten. — Man lasse kein Ansehen gelten, wenn man Gelegenheit hat, die Versuche und Beobachtungen selbst zu machen. Denn die Alten hatten in diesem Stücke zu wenig Wahrheitsliebe und Unpartheylichkeit. — Man bleibe frey von Erklärungssucht, und hasse gelehrte Streitigkeiten; denn beydes raubt Zeit, und am Ende weiß man doch nichts ausgemachtes.

19. Fr. Welche Instrumente sind bey einer physischen Geräthschaft die unentbehrlichsten?

Antw. Die Luftpumpe, eine Maschine wodurch die Luft nach Gefallen verdünnet und auch verdichtet werden kann. Die Elektrizität, mit der die Materie des Blitzes untersucht wird. Die volta'sche Säule, die zur Erforschung des Metallreitzes, oder des sogenannten Galvanism dient. Brenngläser und Brennspiegel, um die Sonnenstrahlen zu verdichten, und allerley Versuche über Licht und Schall zu machen. Barometer und Thermometer, mittels der man die Schwere der Luft und ihre Erwärmung beurtheilt. Ferngläser, zu Beobachtung der Himmelskörper. u. s. w.

20. Fr. Wie pflegt die Physik eingetheilt zu werden?

Antw. In die allgemeine und sonderheitliche Physik. Erstere handelt von solchen Eigenschaften, die in allen Körpern anzutreffen sind: letztere untersucht Eigenschaften und Erscheinungen, die einigen Körpern vorzugsweise zukommen. So z. B. gehört der Artikel Schwere in die allgemeine, die Lehre von den Tönen hingegen in die sonderheitliche Physik.

21. Fr. Was hat die Naturlehre für Hilfswissenschaften?

Antw. Neben der Naturgeschichte, als die Grundlage der Physik, sind Chemie (Scheidekunst) und Mathematik heut zu Tage, wenn man es je in diesem Fache etwas weit bringen will, unentbehrlich geworden. Chemie und Mathematik sind zwey Hauptschlüssel zur Aufschließung der Naturgeheimnisse. Erstere zerlegt die Körper in ihre einfachen Bestandtheile, und setzt aus denselben wieder neue Körper zusammen. Die Natur dieser Bestandtheile geben aber den beßten Aufschluß über die Natur des Körpers selbst; folglich ist der Einfluß der Chemie auf Physik gewiß namhaft. — Die Mathematik beantwortet Fragen von der Art: Wie groß ist diese oder jene Kraft? In welcher Distanz wirkt sie? Wie oft? In welcher Zeit? In welchem Maaße? u. s. w. Sie bringt dadurch Bestimmtheit und völlige Gewißheit in die Naturlehre, und wird eben deßwegen für die Physik unentbehrlich.

22. Fr. Welchen Nutzen gewährt die Naturlehre?

Antw.

Antw. Sie lehret die Körper näher kennen, um einen bessern Gebrauch davon zu machen. Sie verwahrt uns vor Erstaunen bey auffallenden Naturerscheinungen, z. B. Nebensonnen, Nordlichtern, Finsternissen, Irrwischen, Kometen u. d. gl. die nur Unwissende in Schrecken setzen können. Sie schützt gegen Aberglauben, und deckt das Lächerliche der Volkssagen und Meynungen auf; z. B. das wilde Feuer (Feuer vom Blitzstrahl angezündet) ist schwerer zu löschen als gemeines. — Die Donnerkeile gehen nach 7 Jahren wieder aus der Erde hervor, wohin sie eingeschlagen haben. — Nach der Erscheinung eines Regenbogens muß es drey Tag lang regnen. u. s. f. Endlich lehrt uns die Physik aus den Werken der Schöpfung einen Schöpfer ahnen, den wir nothwendig lieben und anbethen müssen.

23. Fr. Welche Schicksale hatte die Physik in der Vorzeit, und bey andern Nationen?

Antw. Man findet Spuren der Physik bey den ältesten Völkern, als bey den Chaldäern, Persern und Aegyptiern, die sich vorzüglich auf Chemie und Astronomie verlegten.

Die Griechen vervollkommnerten zwar diese beginnende Wissenschaften, durch die weisen Männer Thales, Pythagoras, Plato u. a. in etwas; allein übertriebne Erklärungssucht, und Mangel an Versuchen, hinderten sie an einen größern Flor.

Ihre beyden Schwestern, die Mathematik und besonders die Astrologie, traff in der Schule zu Alexandrien ein günstigers Loos.

Die

Die Beförderer derselben waren Euklid, Hipparch, Ptolomäus und Archimedes.

Die Römer vernachläßigten das Studium der Physik beynahe gänzlich. Nur Lukretz, Seneka und Plinius der ältere, thaten hierinfalls etwas sehr weniges.

Der Verfall des römischen Reichs zog auch den der Physik nach sich. Eben so traurig war um diese Zeit der Zustand der Naturlehre in dem abendländischen Reiche. Während dieser Epoche flüchtete sie sich nach Arabien, wo sie gute Aufnahme fand, und auf diesen fremden Boden vom 5ten bis 15ten Jahrhundert fortblühte.

Nun stand in Teutschland und den benachbarten Ländern die scholastische Philosophie auf, die die Physik wieder einigermassen empor brachte; denn in dieses Zeitalter fällt die Erfindung des Kompasses, der Augengläser und des Schießpulvers.

Endlich fieng man an Versuche zu machen, und die Naturlehre gewann zusehends. Es standen Männer auf, die durch ihre Verdienste um die Physik keine geringen Epochen machten. So z. B. entdeckte, wie ich bereits schon erinnert habe, Kopernikus, von Thorn in Preußen gebürtig, die wahre Weltordnung. — Bako von Verulam, verbannte alles spekulative Vernünfteln, und führte statt dessen die Mathematik ein. — Galiläus ein Italiäner, entdeckte die Gesetze des Falls, und bereicherte die Physik noch mit andern wichtigen Entdeckungen. — Kepler, ein Würtemberger, erfand drey wichtige Gesetze der Astronomie. — Torrizelli,

rizelli, ein andrer Italiäner, führte die Barometer ein. — Otto von Querike, beschenkte uns mit der Luftpumpe; und Franklin in Philadelphia mit der Elektrisirmaschine. Leibnitz und Neuton, füllten so zu sagen die noch übrigen Lücken aus, und gründeten ihre Sätze auf Mathematik. So giengs nun fort bis auf unsere Zeiten, wo die Physik von Jahr zu Jahr immer neuen Zuwachs an guten Theorien und Erfindungen erhält. Vorzüglich aber wurde die Lehre von der elektrischen Materie und die Chemie zur möglichsten Vollkommenheit gebracht. An sie schloß sich erst neuerlich der Galvanismus oder die Untersuchung des Metallreitzes, von Galvano, dem Erfinder desselben also genannt, mit vollem Eifer an. Was aus diesem Kinde werden wird, steht noch zu erwarten.

Zweyter Abschnitt.

Von den Körpern überhaupt, und ihren allgemeinen Eigenschaften.

1. Fr. Welche Körper werden vorzüglich von der Naturlehre abgehandelt, und welche zu einer andern Wissenschaften verwiesen?

Antw. Insgemein werden nur die leblosen Körper als Gegenstände der eigentlichen Naturlehre betrachtet; weil die belebten Körper in der Phisiologie, Anatomie u. d. gl. behandelt werden.

2. Fr. Wie kann dargethan werden, daß jedem Körper ein reeler Stoff zum Grunde liegt?

Antw. Körper lassen sich zwar in ihre Bestandtheile auflösen, sie verwesen auch von selbst; aber keine Kraft ist im Stande sie vollends zu zernichten. Der reele Stoff, woraus sie bestehen, bleibt unauslöschlich. Diesen Satz beweisen sowohl Beobachtungen als Versuche zu Genüge. Wasser z. B. verdünstet aus Seen und Flüssen, und entzieht sich also unsern Sinnen; es fällt aber wieder als Regen, Schnee oder Hagel hernieder. — Pflanzen und Thiere verwesen, aber sie schwängern damit Luft und Erdreich, die den erbeuteten Stoff wieder getreulich an lebende Pflanzen und Thiere absetzen. Salzsteine in Wasser aufgelöset ändern die Durchsichtigkeit und Farbe des Wassers nicht im geringsten; aber die Zunge fühlt noch das Saure, und beym Wegdünsten des Wassers kömmt das Salz wieder zum Vorschein. — Silber in Scheidwasser

wasser aufgelöset entzieht sich ebenfalls unsern Sinnen; aber sobald man etwas Salz hinein wirft, sinkt das Silber wieder als ein graues Pulver zu Boden.

3. Fr. Wie viele allgemeine Körpereigenschaften giebt es wohl?

Antw. Folgende neun: 1. Porosität (Löcherichkeit), 2. Undurchdringlichkeit, 3. Ausdehnung, 4. Zusammenhang, 5. Theilbarkeit, 6. Schnellkraft (Elastizität), 7. Schwere, 8. Beweglichkeit, 9. Trägheit.

4. Fr. Was versteht man unter Porosität?

Antw. Das Daseyn kleiner Räume in den Körpern, die entweder mit fremder Materie z. B. mit Luft, angefüllt sind, oder leer stehen.

5. Fr. Wie kann die Allgemeinheit der Porosität dargethan werden?

Antw. Jeder Körper kann durch und durch erwärmt werden. Dazu wird aber erfordert, daß die Wärme durch die Zwischenräume, als eben so viele Kanäle allerseits Zutritt in das Innere des Körpers habe; folglich ist jeder Körper porös. — Bey einigen festen Körpern, als Schwamm, Kork, Brod, Knochen u. d. gl. können die Zwischenräume schon mit freyen Augen beobachtet werden: bey andern kann dieß mittels Vergrößerungsgläser (Mikroskopen) geschehen, als beym Holz, Stein, u. d. gl. Ferners werfen alle Flüßigkeiten im luftleeren Raume Blasen in Menge auf; ein Beweis, daß Luft darin sitzt.

6. Fr. Worin mag wohl der Grund der Porosität der Körper liegen?

Antw. Zweifels ohne in der Figur der Uranfänge (Elemente) der Körper. Sind dieselben nicht würfelförmig, sondern stellen Kügelchen, Elliptoiden oder andere Formen vor; so ist ihre Zusammensetzung ohne Zwischenräume platterdings unmöglich. Man packe nur, um sich zu überzeugen, kleine Kugeln, Aepfel, Birnen, Citronen, Eyer u. d. gl. in eine Kiste, so wird man sehen, wie viel man fremde Materie, z. B. Häckerling, man haben muß, um die unvermeidlichen Zwischenräume auszufüllen.

7. Fr. Was versteht man dann eigentlich unter den Uranfängen, Elementen eines Körpers?

Antw. Man versteht darunter jene ursprünglichen Bestandtheile, aus denen die Natur Körper zusammen setzt. Bey den Schneeflocken ist diese Zusammensetzung so ziemlich sichtbar, obwohl die eigentlichen Uranfänge noch namlos kleiner als die Bestandtheile einer Schneeflocke seyn mögen. Es ist daher keine Kunst vermögend, einen Körper in seine ursprünglichen Elemente zu zerlegen, und geschähe dieß auch wirklich, so hätten wir doch kein solches Vergrößerungsglas, um einen derley Uranfang wahr zu nehmen. Es ist daher ein bloßer Verstandesbegriff, wenn hie und da von Uranfängen gesprochen wird.

8. Fr. Hat die Porosität auch einigen Nutzen?

Antw. Sie hat einen ausgebreiteten Nutzen; denn nur durch die Porosität ist die Nahrung und der Wachsthum aller organischen Körper gedenk-

denkbar; durch sie wirken äußerliche Arzneymittel, als Pflaster, Vesikatoren u. d. gl. auf die innersten Theile des thierischen Körpers. Durch sie dringt die wohlthätige Wärme in die Geschöpfe und belebt alle Pflanzen und Thiere.

9. Fr. Was ist eigentlich Undurchdringlichkeit?

Antw. Jenes Vermögen der Körper, wodurch die Theile eines Körpers die Theile eines andern Körpers von ihrem Raume ausschließen.

10. Fr. Wie wird die Allgemeinheit dieses Vermögens erwiesen?

Antw. Bey festen Körpern ist der Beweis überflüßig; denn man ist durch alle Kräften der Natur nicht im Stande, zwey Kubikfuß Eisen, Stein, Holz u. d. gl. in Einen Kubikfuß zusammen zu zwängen. Daß aber auch Flüßigkeiten, z. B. Wasser und Luft einander von ihrem Raum ausschließen, davon kann sich jeder durch ein gemeines Trinkglas überzeugen. Er darf es nur in umgekehrter Stellung ins Wasser tauchen, so wird das Wasser im Glase auf keine Weise emporsteigen; wie dieß die schwimmenden Korkkügelchen oder Holzspänchen, die man zuvor unter das Glas gebracht, sattsam zeigen wird. Das nämliche beweiset auch die berüchtigte Taucherglocke, die ehedem zum Perlenfischen gebraucht wurde.

11. Fr. Läßt sich wohl ein Grund hierüber angeben?

Antw. Diese Erscheinung kann zwar sehr leicht aus den zurücktreibenden Kräften (vires repulsivae), womit die Uranfänge von der Natur begabt sind, erklärt werden. Allein solche Kräfte

sind

sind eine wahre Hypothese. Ihr Daseyn ist eben so schwer als ihr Nichtdaseyn zu beweisen. Sie bezeichnen also nur die uns unbekannte Ursache einer Wirkung, welche wir an allen Körpern wahrnehmen, wenn man sie zur wechselseitigen Durchdringung zwingen will.

12. Fr. Schüttet man eine Maaß Wasser in eine Maaß Asche, so hat man nur eine Maaß Gemisch; folglich durchdringen sich diese beyden Körper?

Antw. Daraus folgt nicht mehr, als daß in den Zwischenräumen der Asche viel Wassertheile, und in den des Wassers viel Aschenbestandtheile Platz haben. Der während dem Zugießen aufsteigende Staub beweiset sogar sichtbar das Wegtretten der Luft, welche in den Zwischenräumen der Asche zu sitzen pflegt.

13. Fr. Lockeres Mehl läßt sich durch Rütteln und Drücken, so wie Wollsäcke durch Pressen und Schlagen, oft auf die Hälfte des Raums bringen: folglich durchdringen einige der Bestandtheile dieser Körper einander?

Antw. Es geht da nichts weiter vor, als daß die Zwischenräume durch gewaltsame Behandlung vermindert werden. Eben so können 3 Pfund Eiderdunen, die, wenn sie gehörig erwärmt werden, über 20 Kubikschuh Raum einnehmen, im kalten Zustand in eine Faust geballt werden. Und welch kleinen Holzkörper würde eine ganze Scheune voll Hobelspänne geben, wenn man sie in der Ordnung zusammenleimte, wie sie von irgend einem Laden oder Balken herabgehobelt worden sind.

14. Fr. Welchen Nutzen gewährt die Undurchdringlichkeit?

Antw. Ihr verdanken wir alle Bewegung, vorzüglich aber den Gebrauch der Maschinen. Oder wie könnte ein Mühlrad zum Gehen gebracht werden, wenn das Wasser die Schaufeln durchdränge? Wie könnten die Zähne des Kammrades die Stäbe der Spindel am Mühleisen fortstossen; wenn sich beyde Körper in einander verlören? und so von tausend mechanischen Vorrichtungen zu reden.

15. Fr. Was soll man sich unter dem Worte Ausdehnung denken?

Antw. Jene Erscheinung an den Körpern, wodurch wir gewahr werden, daß ihre Theile immer neben- über- und aneinander, nicht ineinander, liegen, folglich den Körpern eine Länge, Breite und Tiefe geben.

16. Fr. Wie kann die Allgemeinheit oder vielmehr die Nothwendigkeit der Ausdehnung der Körper begreiflich gemacht werden?

Antw. Es ist eine unbedingte Folge der Undurchdringlichkeit, daß die Bestandtheile der Körper nicht ineinander zu liegen kommen können. Liegen sie nicht ineinander, so liegen sie entweder neben- oder über- oder aneinander. Aber dieß Neben- Ueber- und Aneinanderseyn der Theile giebt den Begriff von Ausdehnung; also haben alle Körper Ausdehnung.

17. Fr. Welche Eigenschaft der Körper läßt sich unmittelbar aus der Ausdehnung ableiten?

Antw. Die bestimmte Figur eines Körpers; denn jede endliche Ausdehnung, das heißt, eine

solche, die unter die Sinne fällt, hat auf allen Seiten Gränzen, die unendlich verschieden seyn können. Diese Begränzung nun macht die Figur des Körpers aus, folglich hat jeder Körper seine Figur.

18. Fr. Welchen Nutzen hat die Ausdehnung der Körper für uns?

Antw. Nur durch sie allein werden wir im Stand gesetzt, Körper zu sehen und zu fühlen. Denn wie könnten wir einen Körper sehen, wenn er unserm Auge keine Lichtstrahlen zusendete? Und wie würde er das zu thun vermögen, wenn er keine Fläche hätte, sie aufzufangen und uns zuzulenken?

19. Fr. Gewährt uns auch die Figur der Körper Vortheile?

Antw. Unzählige; denn nur die gehörige Figur eines Werkzeuges, einer Maschine ist Ursache, daß gerade diese Wirkung und keine andere hervorgebracht wird. Man nehme z. B. einem Rad die runde Figur, und es hört sogleich auf seine Funktionen zu verrichten. Man schleife einem Brennglas seine Wölbung weg, so leistet es keine Dienste mehr. Und welche Eindrücke machen nicht auf unser Gemüth die schönen und häßlichen Formen der Menschen, der Thiere, der Kunstwerke u. d. gl.

20. Fr. Was versteht man unter dem Zusammenhange der Körper?

Antw. Jene Eigenschaften, wodurch sowohl die Bestandtheile eines Körpers unter sich als ganze Körper einander anziehen. Man nähere zwey Wassertropfen einander, so werden sie sich

eher vereinigen, als sie sich ihrer ursprünglichen Figur gemäß hätten berühren können. Mit einem Vergrößerungsglase läßt sich dieß deutlich wahrnehmen. Die Bewegung der Hauptplaneten um die Sonne, und die der Nebenplaneten um ihre Hauptplaneten, kann nur durch das wechselseitige Anziehen, das zwischen ihnen statt hat, erkläret werden.

21. Fr. Wie kann allgemein dargethan werden, daß in jedem Körper, er mag fest oder flüßig seyn, Zusammenhang vorhanden sey?

Antw. Will man die Theile eines Körpers voneinander trennen, oder voneinander absondern, so erfährt man einen Widerstand. Die Ursache dieses Widerstands kann keine andere, als die wechselseitige Anziehung der Köpertheile seyn; folglich herrscht in jedem Körper Zusammenhang.

22. Fr. Welcher leichte Versuch zeigt uns, daß auch zwischen festen und flüßigen Körpern Zusammenhang statt habe?

Antw. Man bringe das nächste beßte Brettchen mit der Oberfläche des Wassers so in Verbindung, daß beyde Körper sich wechselseitig berühren. Nun versuche man das Brettchen von dieser Lage lothrecht wegzureißen, so wird man einen erheblichen Widerstand fühlen. Zieht man hingegen das Brettchen in schiefer Richtung von der Wasserfläche ab, dann ist kein Widerstand fühlbar; weil dieser Zusammenhang nicht plötzlich sondern allmählig aufgehoben wird. — Was hier von Wasser und Holz gesagt worden, das gilt auch von andern Flüßigkeiten und andern festen Körpern.

23. Fr. Aber Wasser und Fett, so auch Eisen und Quecksilber äußern bey ihrer Trennung keinen Widerstand; also ist der Zusammenhang zwischen Körper und Körper nicht allgemein?

Antw. Der Widerstand ist zwar nicht so handgreiflich, wie bey andern Körpern; aber daß gar keine Anziehung zwischen ihnen im Spiel seyn soll, kann nicht erwiesen werden. Wenn man geronnenes Schmalz in kaltes Wasser taucht, und wieder herauszieht, so wird man auf der Oberfläche desselben hie und da kleine Wassertropfen erblicken. Und wer weiß, ob man nicht mit einem guten Mikroskop das nämliche auch an einer polirten Eisenfläche wahrnähme, wenn man sie in Quecksilber tauchte und wieder herauszöge.

24. Fr. Hat man auch Beweise, daß feste Körper einander anziehen, wenn sie nahe genug beysammen sind?

Antw. Allerdings. Man nehme nur zwey Marmorplatten, die fein polirt sind, und lege sie auf einander. Es wird Mühe kosten, sie wieder zu trennen, auch sogar, wenn ein dünner Faden dazwischen gebracht wird.

25. Fr. Worin mag wohl der Grund dieser allgemeinen Erscheinung liegen?

Antw. Die ursprünglichen Bestandtheile der Körper sind sehr wahrscheinlich von der Natur mit anziehenden Kräften begabt worden. Diese Kräfte wirken um so stärker, je kleiner der Abstand ist, der zwischen zwey solchen Theilen statt hat.

26. Fr. Aber anziehende Kräfte stehen mit den zurücktreibenden Kräften, welche bey der Undurchdringlichkeit angenommen worden, im Widerspruche.

Antw. Gar nicht: im Gegentheil, wenn man zurücktreibende Kräfte in den Körpern annimmt, so müßen auch anziehende Kräfte zugegeben werden. Denn die zurücktreibenden oder fortstossenden Kräften können sich selbst nicht beschränken, folglich würden sie den Körperstoff in's Unendliche nach allen Seiten fortstossen und so verdünnen, daß wir nirgend etwas von Materie wahrzunehmen im Stande wären.

27. Fr. Könnten aber anziehende Kräfte ohne zurücktreibende bestehen?

Antw. Eben so wenig. Denn würden die uranfänglichen Bestandtheile der Körper bloß anziehende Kräfte besitzen, so zögen sie alle Materie in einen Punkt zusammen, das ist, die Körpertheile würden durchdrungen, weil kein Widerstand da wäre, und keine Kraft sich selbst beschränken kann, Da wir aber von der Erscheinung des Durchdringens nirgend eine Erfahrung haben, wohl aber vom Gegentheil desselben; so folgt daraus, daß entgegengesetzte Kräfte da seyn müßen, die die anziehenden Kräfte beschränken, und zwischen ihnen das Gleichgewicht herstellen. Nimmt man also anziehende Kräfte in den Körpern an, so müßen auch zurückstossende Kräfte angenommen werden, und wechselsweise.

28. Fr. Ist der Zusammenhang der Körper eine wohlthätige Erscheinung für uns?

Antw.

Antw. Ganz sicher ist er es; denn ohne Zusammenhang wäre die ganze Schöpfung ein regelloses Gewirre. Man bedenke nur, wie gut uns die Seile, die Ketten, die Schnüre u. d. gl. zu statten kommen: und wie manche Handwerke und Künste könnten gar nicht bestehen, wenn sie auf das Leimen, Kütten, Schweißen u. s. f. Verzicht thun müßten?

29. Fr. Welche Abtheilungen der Körper haben in dem verschiednen Zusammenhang derselben ihren Grund?

Antw. Man unterscheidet feste und flüßige, harte und weiche, zähe und spröde Körper.

30. Fr. Was nennt man feste Körper?

Antw. Solche, deren Theile so stark zusammen hängen, daß sie der Trennung einen merklichen Widerstand entgegensetzen, und wo kein Theil bewegt werden kann, ohne den ganzen Körper bewegen zu müßen; z. B. Metalle im kalten Zustande.

31. Fr. Was nennt man flüßige Körper?

Antw. Deren Theile zwar so gering zusammen hängen, daß ihrer Trennung nur eine kleine Kraft widersteht, aber dabey so vollkommen, daß jede Parthie auch unter dem beßten Vergrößerungsglase als ein Ganzes erscheint, und wo jeder Theil besonders bewegt werden kann, z. B. Wasser, Oel, geschmolzne Metalle.

32. Fr. Was sind harte Körper?

Antw. Solche, die weder durch Drücken noch durch Spannen oder Biegen ihre Gestalt verändern lassen, z. B. Steine.

33. Fr. Was weiche?

Antw. Jene, die durch Drücken oder Biegen ihre Figur sich gerne ändern lassen, und die geänderte Figur so lange beybehalten, bis sie ihr wieder benommen wird. z. B. Teig, mäßig erwärmtes Wachs, durchnäßter Thon u. s. f.

34. Fr. Was versteht man unter einen zähen Körper?

Antw. Einen solchen, dessen Theile durch äußere Gewalt sich voneinander entfernen lassen, ohne daß der Zusammenhang leidet, z. B. Gold, welches durch Hämmern oder Pressen in allerley Formen getrieben werden kann.

35. Fr. Was sind spröde Körper?

Antw. Solche, deren ganzer Zusammenhang durch unbeträchtliche äußere Gewalt schnell aufgehoben wird, z. B. Glas, trockne Erdschollen u. dgl.

36. Fr. Giebt es Körper, von welchen man behaupten dürfte, daß sie ihre Festigkeit unter den verschiedensten Umständen beybehalten; oder mit andern Worten: ist Festigkeit für einige Körper eine beständig bleibende Eigenschaft?

Antw. Diese Frage muß mit Nein! abgefertigt werden; denn die Erfahrung sagt, daß hiebey alles auf den Grad der Wärme ankömmt, worin sich die Körper befinden. Es zergeht bekanntlich Talg und Wachs schon bey geringer Wärme, dann zerfließt Harz, es schmilzt Bley, Zinn, Eisen, Kupfer, Silber, Gold, Glas, mittels der Brennspiegel alle Erdarten, Edelsteine, die Knochen der Thiere u. s. w. Und

wenn

wenn es je noch Körper geben sollte, die wir nicht zum Schmelzen bringen können, so muß man entgegen bedenken, daß wir auch nicht im Stande sind, den größtmöglichsten Grad der Hitze hervorzubringen.

37. Fr. Aber Flüßigkeit ist doch für einige Körper ein bleibender Zustand?

Antw. Eben so wenig; denn bey der stuffenweisen Abnahme der Wärme gefriert Wasser, Milch, Essig, Harn, Wein, Oel, Weingeist mit Wasser vermischt, und sogar Quecksilber, welches man vor einem halben Jahrhunderte noch für unbedingt flüßig hielt. Höchst rektifizirter Weingeist konnte zwar noch nicht zum Gefrieren gebracht werden; aber wir waren auch noch nicht im Stande, die größtmöglichste Kälte zu erzeugen.

38. Fr. Was versteht man unter Theilbarkeit der Körper?

Antw. Jene leidende Eigenschaft, wodurch der Zusammenhang der Theile eines Körpers gegeneinander aufgehoben und unwirksam gemacht werden kann.

39. Fr. Wie vielfach ist die Theilung der Körper?

Antw. Zweyfach, nämlich die mechanische und die chemische. Erstere wird durch Schlagen, Stossen, Reiben, Sägen u. s. f. ins Werk gesetzt; die zweyte hingegen wird durch innere Kräfte der körperlichen Bestandtheile bewirkt. So z. B. wird die Milch in Butter, Käs und Molken zerlegt.

40. Fr.

40. Fr. Welcher Unterschied findet in den Theien statt, die durch beyderley Theilungsarten hervorgebracht werden?

Antw. Die mechanische Theilung liefert gleichartige Theile, die dem Ganzen noch immer ähnlich sind, sie mögen so klein ausfallen als sie wollen. Sägspänne z. B. sind so gut noch Holz als der Baum, wovon sie durch Sägen herkommen. — Die chemische Theilung hingegen bringt Theile hervor, die weder unter sich, noch mit dem Ganzen Gleichartigkeit verrathen. So wird Holz durchs Verbrennen in Wärme, Ruß und Asche zerlegt, wo jeder Bestandtheil wieder eine neue Art von Körpern vorstellt.

41. Fr. Worin hat die Theilbarkeit der Körper ihren Grund?

Antw. In der Endlichkeit der anziehenden Kräfte, womit die Bestandtheile der Körper von der Natur begabt sind. Denn wären diese Kräfte unendlich groß, dann wäre kein endliches Wesen im Stande, den Zusammenhang der Körper aufzuheben.

42. Fr. Wie kann dargethan werden, daß die Theilbarkeit der Körper eine allgemeine Eigenschaft der Körper sey?

Antw. Durch folgenden Schluß: Der härteste Körper den wir kennen, nämlich der Diamant, läßt sich sowohl schleifen als im Feuer zerstören, folglich auf doppelte Art theilen; um so mehr alle andern weichern Körper.

43. Fr. Wie weit läßt sich die Theilbarkeit der Körper treiben?

Antw. Erstaunlich weit im wahren Sinn des Worts, besonders die chemische Theilbarkeit. So z. B. färbt ein Gran Kupfer in Salmiakgeiste oder in Scheidwasser aufgelöst 392 Kubikzolle im ersten Falle schön blau, im zweyten grün. Nun rechnet man auf einen Kubikzoll eine Million erkennbarer Theile von der Größe eines Sandkorns. Folglich wird auf diese Weise 1 Gran Kupfer in 392000000 Theile aufgelöst. — Ein Gran Gold, der noch einen kleinern Umfang hat, kann beym Vergolden des Silberdraths in fünfthalbhundert Millionen sichtbarer Punkte ausgedehnt werden. Eine Unze Lavendelgeist in Dünste aufgelöset, erfüllt einen Saal von 50 Schuh Länge, 30 Schuh Breite, und 20 Schuh Höhe mit riechbaren Theilen. Da nun ein solcher Saal 89579520000 Kubiklinien in sich faßt, und auf jede Kubiklinie wenigst 100 riechbare Theile gerechnet werden dürfen, so ist klar, daß sich eine einzige Unze in 8957952000000 d. i. beynahe in 9 Billionen riechbarer Theile zerlegen läßt. — Auch die mechanische Theilbarkeit kann durch die Kunst sehr weit getrieben werden. So z. E. zeigt man in einigen Kunstkabineten so fein ausgearbeitete Kanonen, daß sie, mit aller Zugehör versehen, von einem Floh gezogen werden können. Deßgleichen elfenbeinerne Pokale in einem Pfefferkorn, in welchem noch 1200 kleinere stecken, deren jeder am Rande vergoldet ist.

44. Fr. Welcher Vortheil geht für die Schöpfung aus der Theilbarkeit der Körper hervor?

Antw. Diese Eigenschaft kömmt sowohl der Natur als der Kunst wohl zu statten. Jene be-

bereitet dadurch Erquickungen für die lebenden Geschöpfe, bewirkt verschiedene Erzeugungen und Verwesungen, schafft schädliche Feuchtigkeiten aus den thierischen Körper, und ergötzt die Sinne durch Wohlgerüche und schmackhafte Speisen. Die Kunst ahmt die Natur nach in Verfertigung der Arzneyen, der Farben, und der Gold- und Silbertressen.

45. Fr. Was ist die Schnellkraft (Elastizität)?

Antw. Sie ist jenes Vermögen der Körper, ihre Figur, die ihnen durch Biegen, Spannen oder Drücken benommen worden wieder herzustellen, sobald man nachläßt, sie zu biegen, zu drücken oder zu spannen.

46. Fr. Sind alle Körper elastisch, oder federkräftig?

Antw. Allerdings. Der Beweis dafür lautet so: Jeder Körper giebt bey gehöriger Behandlung einen Schall, Laut, oder Ton von sich. Der Schall kann aber nur durch eine schwingende oder zitternde Bewegung der Luftmasse zwischen Körper und Ohr, oder vielmehr Trommelfell erklärt werden. Foglich muß der Körper zittern oder sich in seinen Theilen schwingen, um diese Art von Bewegung der Luftmasse mittheilen zu können. Es ist aber bemeldtes Zittern der Theile nichts anders, als ein sehr schnelles und oft wiederholtes Abändern und Wiederherstellen der Figur des Körpers. Nun giebt diese Erscheinung den Begriff von Schnellkraft. Folglich haben alle Körper dieses Vermögen.

48. Fr. Welche Körper werden vorzugsweise elastisch, und welche unelastisch genennt?

Antw.

Antw. Elastisch nennt man im gemeinen Leben diejenigen, welche einen sehr hohen Grad von Federkraft besitzen, z. B. Stahl, Elfenbein, Dämpfe u. d. gl. Andere haben nur einen geringen Grad derselben, als Wachs, Thon u. s. f. und diese heißen unelastisch.

49. Fr. Worin mag wohl der Grund der Schnellkraft liegen?

Antw. Zuverläßig in den anziehenden und zurücktreibenden Kräften der Körperbestandtheile zugleich. Denn man frage sich nur selbst, was beym Biegen, Spannen und Drücken eines elastischen Körpers eigentlich vorgeht. Wenn ich ein Lineal biege, so werden die Theile des Holzes auf der äußern Krümmung voneinander entfernt. Die anziehenden Kräfte derselben sind daher bemüht, ihnen die gehörige Annäherung wieder zu verschaffen. Die Theile der innern Krümmung werden indeß eben so gewaltsam aneinander gedrückt. Die abstossenden Kräfte bestreben sich demnach, zwischen ihnen die gehörige Entfernung wieder herzustellen. Daher das schnelle Zurückspringen beym plötzlichen Nachlassen des Spannens. — Wird eine Saite stark gespannt, so wird sie zugleich länger und dünner. Es leisten also die anziehenden Kräfte nach der Länge, und die zurücktreibenden nach der Breite oder Dicke der Saite Widerstand. Daher das Zusammenfahren einer solchen gespannten Saite, wenn das Spannen gähling unterbrochen wird. — Verkürzt eine elfenbeinerne Kugel beym Anprellen an eine harte Wand jenen Durchmesser, der in der Richtung des Stosses liegt, so muß nothwendig in dem nämlichen

Augen=

Augenblick der Vertikaldurchmesser, welcher den ersten rechtwinklicht schneidet, verlängert werden. Beym ersten wird demnach die Wirksamkeit der abstossenden, und beym zweyten die der anziehenden Kräfte rege.

50. Fr. Läßt sich die Schnellkraft auch steigern?

Antw. Freylich ja, und dieß durch verschiedene Mittel. Einige Metalle werden durch kaltes Hämmern elastisch gemacht, wobey aber gewisse Gränzen nicht überschritten werden dürfen. Andere erhalten eine höhere Schnellkraft durch Versetzung mit andern Metallen. So z. B. würden Glocken aus purem Zinn oder purem Kupfer, oder auch aus purem Zink schlechte Dienste leisten: aber die Mischung dieser drey Metalle, nach einem gewissen zum Grunde gelegten Verhältnisse, erzielt bey ihnen die vollkommenste Brauchbarkeit. Der Stahl vermehrt seine Schnellkraft, wenn man ihn während des Glühens in kaltes wasser versenkt. Es kann sogar das nämliche Mittel bey zweyerley Körperarten ganz entgegengesetzte Wirkungen hervorbringen. Nässe z. E. befördert die Schnellkraft in Sailen und Stricken; vermindert sie aber im Holze. Hitze vermehrt sie in Dämpfen; spannt hingegen die Muskeln und Nerven des thierischen Körpers ab.

51. Fr. Welcher Nutzen geht aus der Schnellkraft der Körper für uns hervor?

Antw. Sowohl das Pfeilabschießen der Alten, als die heutige Geschützkunst verdankt ihre erstaunlichen Wirkungen der Elastizität, womit einerseits der Bogen des rüstigen Schützen der

Vor-

Vorzeit, andererseits die aus dem Pulver entwickelte Luft begabt ist. Die Schnellkraft der Stahlfeder belebt Uhren und andere nützliche Maschinen. Sie verwandelt das Stossen der Reisewägen in ein sanftes Schauckeln. Und wer weiß nicht, das die Stärke des menschlichen Körpers von der Federkraft der Muskeln und Nerven abhängt. Werden diese schlapp, dann stockt der thierische Mechanism, und mit ihm unsere äußere und innere Thätigkeit vollends.

52. Fr. Was versteht man denn eigentlich unter der Schwere der Körper?

Antw. Nicht allein das Streben der irdischen Körper nach dem Mittelpunkt der Erde, sondern auch das Bemühen der Weltkörper nach einem gemeinschaftlichen Vereinigungspunkt.

53. Fr. Sind alle irdische Körper schwer?

Antw. Alle Körper auf unsrer Erde fallen, wenn sie nicht unterstützt werden, oder drücken auf ihre Unterlage, wenn sie unterstützt sind. Beyde Erscheinungen sind offenbare Wirkungen der Schwere; folglich wohnt jedem Körper diese Eigenschaft bey. Selbst die Luft ist schwer; denn eine hohle Glaskugel, woraus die Luft gepumpt worden, wiegt nicht so viel, als wenn die Luft darin bleibt. Daß die Wärme sich immer nach oben bewegt, ist eben so wenig ein Beweis von ihrer unbedingten Leichtigkeit, als wenn man sagen wollte, Pantoffelholz habe keine Schwere, weil sich dasselbe wenn man es unter Wasser bringt, aufwärts bewegt. Es ist daher, dächte ich, immer schicklicher zu sagen, die Wärmematerie sey die leichteste Körpermaterie, die

wir

wir hienieden kennen, als geradezu zu behaupten, die Wärme habe platterdings keine Schwere.

54. Fr. Worin hat die Schwere der Körper ihren Grund?

Antw. Nirgends anderst, als in den anziehenden Kräften aller Bestandtheile der Erde, d. i. in der Totalsumme derselben. Denn ist die Wirkung der anziehenden Kräfte schon beym Zusammenhang solcher Körper sichtbar, die wir im gemeinen Leben behandeln; wie unbegreiflich sichtbarer muß sie erst bey einem Körper werden, der beynahe trillionenmal mehr Masse enthält.

55. Fr. Was läßt sich zum Vortheil der Schwere sagen?

Antw. Schwere ist das natürliche Band, das die Körper auf unsrer Erde festhält. — Sie giebt uns durch das Gewicht der Körper ein richtiges Maaß an die Hand. — Aus ihr müssen die Bewegungen der Gestirne erklärt werden. — Sie kommt uns äußerst wohl zu statten beym Dreschen, Holzspalten, Pfähleinrammeln, bey Stampfmühlen, Eisenhämmern u. s. w.

56. Fr. Was ist die Beweglichkeit?

Antw. Abermal ein leidendes Vermögen der Körper, ihr räumliches Verhältniß zu andern Körpern verändern zu können. Sie ist gleichsam die Empfänglichkeit, sich die Aenderung ihres Orts geben zu lassen.

57. Fr. Haben alle Körper diese Empfänglichkeit?

Antw. An und für sich genommen alle. Denn es ist kein Körper so groß oder schwer, der nicht

durch

durch einen hinlänglichen Aufwand von Kräften aus seiner Stelle gebracht werden könnte, wie dieß in der Mechanik (Lehre der Bewegung durch Maschinen) sonnenklar dargethan werden wird. Ganze Städte und Berge können durch Erdbeben oder durch die Kraft des Pulvers in Bewegung gesetzt werden. Und bewegt sich nicht selbst die große Erde samt allen ihren Mitplaneten und Nebenplaneten stäts um die Sonne, die sie, als ihr gemeinschaftliches Ziel, nie erreichen können?

58. Fr. Welcher Nutzen geht fürs Allgemeine aus der Beweglichkeit der Körper hervor?

Antw. Diese passive Eigenschaft der Materie enthält den Grund der Möglichkeit aller Bewegung, die in der Körperwelt vor sich geht. Ohne sie wäre die ganze Schöpfung todt; denn nur durch sie allein ist Leben gedenkbar.

59. Fr. Was versteht man endlich unter der Trägheit der Körper?

Antw. Ein baares Unvermögen der Körper, weder sich selbst in Bewegung zu setzen, wenn sie in Ruhe sind, noch sich selbst Ruhe zu verschaffen, wenn sie einmal in Bewegung versetzt worden.

60. Fr. Wo ist der Beweis für diese Behauptung?

Antw. Allemal muß eine äußere Kraft angewendet werden, um einen ruhenden Körper in Bewegung, oder einen bewegten Körper in Ruh zu bringen. Folglich kann sich kein Körper selbst die Bewegung geben, oder sich selbst die Bewegung nehmen.

61. Fr.

61. Fr. Aber jede auf Ebnen fortgestoßne Kugel hört über kurz oder lang selbst ihre Bewegung auf: wie verträgt sich diese Erscheinung mit obiger Behauptung?

Antw. Auf eine solche fortgestossene Kugel wirken allemal zwey Hindernisse, nämlich die Reibung, und der Widerstand der Luft. Wären diese nicht, dann würde die Kugel ihre Geschwindigkeit ewig auf der Ebne, die man sich freylich auch unendlich lang denken muß, mit der nämlichen Geschwindigkeit fortsetzen, die ihr anfänglich eingedrückt worden.

62. Fr. Körper die zu gähren anfangen, geben sich selbst die Bewegung, so auch wachsende Pflanzen; folglich ist obige Behauptung doch wenigst von dieser Seite falsch?

Antw. Hier ist ein erforderlicher Grad von Wärme im Spiel; ohne diese kann weder Wachsthum der Pflanzen, noch Gährung vor sich gehen.

63. Fr. Was nützt uns die Trägheit der Körper?

Antw. Wir werden dadurch in den Stand gesetzt, die Körper nach unsern Gefallen zu regieren. Wir können sie, wenn wir nur wollen, durch eine hinlängliche Kraft zur Bewegung anspornen; und können auch diese Bewegung nach unsrer Willkühr wieder unterbrechen.

J=8.

Dritter Abschnitt.

Ueber Masse, Rauminhalt, Dichtigkeit, Lockerheit, unbedingtes und eigenthümliches Gewicht der Körper.

1. Fr. Was versteht man unter der Masse eines Körpers?

Antw. Nichts anders als die Summe aller Uranfänge (Elemente) die sich in einem Körper vorfinden. Oder mit andern Worten: man denkt sich unter Körpermasse nur das Reele, Wesentliche, die Materie, ohne dabey auf die leeren Zwischenräume Acht zu haben, die bey der Zusammensetzung der Körperbestandtheile unvermeidlich waren.

2. Fr. Welchen Begriff giebt der Rauminhalt (das Volum) eines Körpers?

Antw. Man meint damit die geometrische Ausdehnung in die Länge, Breite und Tiefe, die ein Körper mit seiner Materie und seinen Zwischenräumen zugleich ausfüllt.

3. Fr. Wie nennt man solche Körper, die im Vergleich mit andern viele Masse in sich enthalten?

Antw. Man nennt sie dichte Körper, so wie diejenigen Körper, die bey einem großen Rauminhalte wenig Masse besitzen, lockere Körper heißen So z. B. gehören die Metalle in die Rubrik der dichten; Kork hingegen, Schwämme, Hollundermark u. d. gl. unter die lockern Körper. — Dichtigkeit ist daher ein Zustand des Körpers, wo die uranfänglichen

Be-

Bestandtheile nahe aneinander liegen, Lockerheit ist eben darum das Gegentheil.

4. Fr. Wodurch offenbart sich die Masse eines Körpers am unverkennbarsten?

Antw. Zuverläßig durch das Gewicht. Je mehr Elemente in einem Körper vereinigt sind, desto größer ist der Druck nach unten. Dieser Druck macht aber das Gewicht des Körpers aus; also ist das Gewicht immer mit der anwesenden Masse proportionell.

5. Fr. Welcher Unterschied ist zwischen dem unbedingten (absoluten) und zwischen dem eigenthümlichen (spezifischen) Gewicht eines Körpers?

Antw. Bey der Angabe des unbedingten Gewichts eines Körpers nimmt man keine Rücksicht auf dessen Rauminhalt, er mag groß oder klein seyn. Hingegen bey der Bestimmung des eigenthümlichen Gewichts zweyer oder mehrerer Körper muß man gleiche Rauminhalte setzen, damit man angeben kann, wie vielmal schwerer eine Körperart als die andere sey. So z. B. findet man, daß Gold beynahe noch so schwer als Silber, und dieses 10mal schwerer als Wasser ist.

6. Fr. Wie können die Dichtigkeiten mehrerer Körperarten unter sich verglichen werden?

Antw. Ganz auf die nämliche Art. Man giebt nämlich jenen Körperarten, deren Dichtigkeit man beurtheilen will, einerley Rauminhalt, und forscht nach ihren Gewichtern. Die Dichtigkeiten dieser Körper sind dann genau wie ihre Gewichter. Denn je mehr ein solcher Körper

 wiegt,

wiegt, desto mehr zählt er Elemente im nämlichen Raume. Je mehr er Elemente im nämlichen Raume zählt, desto näher müssen sie beysammen seyn. Je näher die Elemente beysammen sind, desto dichter ist der Körper.

7. Fr. Wie giengen es Muschenbrök, Brisson und andere um die Physik verdiente Männer an, um die spezifischen Schweren oder Dichtigkeiten aller Körper anzugeben, und sie zu unsern Gebrauche in Tafeln aufzustellen?

Antw. Sie nahmen destillirtes Regenwasser, dessen spezifische Schwere an allen Orten und zu allen Zeiten sich so ziemlich gleich bleibt, als allgemeinen Maaßstab an, und setzten das eigenthümliche Gewicht desselben eben darum = 1. Die Gewichter der übrigen Körperarten von dem nämlichen Rauminhalte wurden dann alle in dieser Einheit ausgedrückt, und die daraus hervorgehenden Zahlen in Sammlungen gebracht, die heut zu Tage für den Naturforscher äußerst wichtig sind.

8. Fr. Ein kleiner Auszug aus einer solchen Sammlung oder Tabelle, wäre hier so ganz am rechten Orte, nur sollte zuvor noch erklärt werden, wie die darin vorkommenden Zahlen zu lesen sind?

Antw. Es sind sogenannte Dezimalzahlen. Die Ziffer vor dem Beystriche (Koma) bedeuten bekanntlich Einheiten, und die 3 Ziffer nach dem Beystrich sind als Zähler eines Bruches anzusehen, der zum Nenner 1000 hat. Heißt es z. B. gleich Anfangs: Platina - - - 21,061, so ist dieß so viel als $21\frac{61}{1000}$ welches anzeigt,

daß

daß Platina $21\frac{61}{1000}$mal schwerer oder dichter als reines Wasser ist. Hier folgt nun der verlangte Auszug:

Metalle.

Platina	21,061
geschmolzen	19,500
geschmiedet	20,336
zu Draht gezogen	21,041
in Blechen	22,069
Gold,	19,640
gegossen	19,258
gehämmert	19,361
Silber,	10,542
gegossen	10,474
gehämmert	10,510
Kupfer, gegossen	7,788
zu Draht gezogen	8,878
japanisches, gegossen	8,726
geschmiedet	9,000
Eisen, Roheisen	7,207
Stangeneisen	7,788
schwed.	7,765
Stahl	7,833
geschmiedet, nicht gehärtet	7,840
und gehärtet	7,810
Zinn, von Cornwall gegossen	7,291
Bley, gegossen	11,352
Zink, gegossen	7,190
Wismuth, gegossen	9,822
Kobolt, gegossen	7,811
Spießglanz, gegossen	6,702
Arsenik	8,308
Nickel, gegossen	9,000

Magne-

Magnesium		6,850
Quecksilber		13,550

Erden und Steine.

Kreide		2,315
Dichter Kalkstein		1,386
	bis	2,700
Körniger Kalkstein		2,710
	bis	2,837
Carrarischer Marmor		2,716
Parischer —		2,837
Mergelerde		1,600
	bis	2,400
Gyps, dichter		1,872
	bis	2,288
faseriger		2,300
blättriger		2,274
	bis	2,310
Fraueneis		2,311
Flußspath		3,155
	bis	3,191
Tungstein		6,066
Meerschaum		0,336
Speckstein		2,727
Topfstein, von Como		2,872
schweizerischer		3,023
von Dauphine		2,768
schwedischer		2,853
Serpentin, von Zöblitz		2,560
Asbest, von Zöblitz		2,547
Bergkork		0,680
	bis	0,993
Töpferthon		1,800
	bis	2,000

Schie=

Schieferthon		2,600
	bis .	2,680
Wetzschiefer		2,876
	bis .	3,131
Zeichenschiefer		2,186
Basalt		2,864
	bis .	3,000
Thonschiefer		2,670
	bis .	2,880
Bergkrystall		2,653
Quarz		3,647
	bis .	2,654
Feuerstein		2,581
	bis .	2,673
Hornstein		2,532
	bis .	2,653
Kieselschiefer		2,596
	bis .	2,641
Granit		2,538
	bis .	2,956
Porphyr		2,765
	bis .	2,793
Sandstein		2,111
	bis .	2,561

Verbrennliche Substanzen des Mineralreichs.

Steinkohle		1,270
	bis .	1,500
Bernstein		1,065
	bis .	1,110
Braunkohle		1,019
	bis .	1,292
Natürlicher Schwefel . . .		2,033

Stangen-

Stangenschwefel		1,800
	bis	1,990
Diamant		3,521
	bis	3,654

Künstliche Verglasungen.

Bouteillienglas, grünes		2,642
Weißes Krystallglas		2,892
	bis	2,488
Englisches Flintglas		3,329
Porzellän von Seves		2,145
Porzellän von Limoges		2,341
von China		2,384

Salze.

Vitriolöl		2,877
	bis	1,700
Rauchende Salpetersäure		1,583
Kochsalzsäure		1,194
Boraxsäure		1,479
Arseniksäure		3,391
Roher Essig		1,013
Destillirter Essig		1,009
Roher Weinstein		1,849
Weinsteinrahm		1,900
Aetzender Salmiakgeist		0,890
	bis	0,897
Zerflossenes Weinsteinsalz		1,550
Vitriolisirter Weinstein		2,298
Glaubersalz		2,246
Salpeter		1,900
Rhomboidalsalpeter		1,869
Reines Kochsalz		1,918
Steinsalz		2,143

Digestiv=

Digestivsalz	1,836
Reiner sublimirter Salmiak . .	1,420
Borax	1,720
Alaun	1,714
Bleyzucker	2,395
Englischer Vitriol	1,880
Zinkvitriol	1,900
Weißer Zucker	1,606

Spirituöse Flüßigkeiten.

Schwefelnaphtha	0,716
Alcohol, (der reinste) . . .	0,791
Burgunderwein	0,991
Maderawein	1,038
Weißer Franzwein	1,020
Frontignac	1,008
Mallagawein	1,015
Rother Capwein	1,018
Weiser —	1,039
Pontac	0,993
Champagnerwein	0,962
Moseler	0,916
Rheinwein	0,999

Aetherische Oele.

Lavendelöl	0,893
Nelkenöl	1,034
Pommeranzenöl	0,888
Zimmtöl	1,035
Sassafrasöl	1,094
Rosmarinöl	0,934
Fenchelöl	0,997
Wacholderöl	0,911
Krausenmünzenöl	0,975
Terpentinöl	0,792

Fette

Fette Oele, und thierische Fette.

Rindertalg	0,955
Hammeltalg	0,943
Schweineschmalz	0,954
Gelbes Wachs	0,960
Weißes Wachs	0,966
Baumöl	0,913
Leinöl	0,932
Rübsaamenöl	0,853
Cacaobutter	0,891
Süßes Mandelöl	0,928
Butter	0,942
Wallrath	0,943

Einige thierische Substanzen.

Elfenbein	1,825
Wallroszahn	1,933
Orientalischer Bezoar . . .	1,530
bis .	1,640
Rothe Corallen	2,689
Orientalische Perlen . . .	2,750
Krebsaugen	1,890
Hühnereyer	1,090

Holzarten.

Indianisches Cedernholz . . .	1,315
Buxbaumholz	1,228
bis .	0,919
Brasilienholz	1.031
Ebenholz	1,209
Fernambukholz	1,014
Franzosenholz	1,333
Mahagonyholz	1,063
Griesholz	1,200

Al.

Altes Eichenholz	1,666
Eichenholz vom Stamme . .	0,929
Eichenholz von grünem Äste . .	0,870
Rhodiserholz	1,125
Weißes Sandelholz . . .	1,041
Rothes —	1,128
Campecheholz	0,913
Buchenholz	0,852
Gelbes Sandelholz . . .	0,809
Erlenholz	0,800
Ahornholz	0,755
Eschenholz	0,734
Apfelholz	0,793
Pflaumenholz	0,785
Haselnholz	0,600
Birnenholz	0,661
Ulmenholz	0,600
Lindenholz	0,604
Weidenholz	0,585
Wacholderholz	0,556
Sassafrasholz	0,482
Tannenholz	0,550
Pappelnholz	0,383
Korkholz	0,240

9. Fr. Welchen Nutzen gewährt uns eine solche Tafel der spezifischen Schweren oder Dichtigkeiten der Körper?

Antw. Man wird dadurch in den Stand gesetzt, aus der gegebenen geometrischen Größe eines Körpers dessen Gewicht, oder wechselsweise aus dem gegebenen Gewicht die geometrische Größe mittels einer leichten Rechnung zu bestimmen. Nur wird noch dazu erfordert, daß

man

man weiß, wie viel ein Kubikschuh reines Regenwasser wiegt; weil die spezifische Schwere dieses Körpers allen übrigen Körpern in angeregter Hinsicht zum Maaßstabe dient.

10. Fr. Und welche Erfahrung haben dann die Naturforscher über die Schwere des destillirten Regenwassers gemacht?

Antw. Sie haben durch sehr genaue Versuche gefunden, daß ein rheinischer Kubikfuß solchen Wassers $65\frac{1}{2}$ kölnische Pfunde wiegt.

11. Fr. Wie kann aber diese im ausländischen Maaß und Gewicht ausgedrückte Angabe auf baierisches Maaß und Gewicht zurückgeführt werden?

Antw. Sehr leicht; denn man braucht nur zu wissen, daß 6 kölnische Pfund 5 bairische machen, und daß 12938 rheinische Längenschuh 13913 bairische betragen. Will man demnach das Verhältniß der Kubikfüße beyder Länder zu einander haben, so müssen die gegebenen Verhältnißzahlen kubirt, das heißt, zweymal mit sich selbst multiplizirt werden. Es geben daher 2165715677672 rhein. Kubikfüße 2693161239497 baierische Kubikfüße, und da diese zwey Zahlen sich ziemlich genau wie 33 zu 41 verhalten, so kann man auch behaupten, daß 33 rheinische Kubikfuße so viel körperlichen Raum ausfüllen, als 41 bairische. Daraus geht der kleine Kettensatz hervor:

Baier. tt.?	1 baier. Kubikfuß.
41	33 rhein. Kubikf.
1	$65\frac{1}{2}$ köln. tt.
6	5 baier. tt.

Antw. Sehr nahe 44 baier. Pfund. Das nämliche Resultat brachte auch Professor

Knog=

Knogler in Landshut heraus, der zu seiner Berechnung die Versuche der Franzosen zum Grund gelegt hat. Prof. Mangold, Hupfauer und andere, die über diesen Gegenstand eigne Versuche angestellt haben, setzten zwar den bairischen Kubikschuh Wasser auf 44 tt., 24 Loth, 2 Quintl, 2 Pfenninggewichte und $\frac{369}{000}$ Gran an; allein sie nahmen Brunnenwasser, welches wegen beygemischten Erdtheilchen natürlich schwerer als destillirtes Regenwasser seyn muß.

12. Fr. Um zu zeigen, wie aus der geometrischen Größe eines Körpers das Gewicht desselben berechnet werden könne, löse man folgende Aufgabe:

Ein Eichreis (großer Eichstamm) wird auf 1250 bairische Kubikschuh berechnet, was wird es für ein Gewicht haben?

Auflös. Da die spezifische Schwere des eichenen Stammholzes in der vorausgeschickten Tabelle zu $\frac{929}{1000}$ angegeben ist, welches so viel heißt, daß 1000 Kubikschuh Eichenholz so viel wägen als 929 Kubikschuh Wasser; so gilt wieder der Kettensatz:

tt. ?	1250 Kubikschuh Eichenholz.
1000	929 Kubiksch. Wasser.
1	44 tt.
	Antw. 510 Zent. 95 tt.

13. Fr. Man stelle nun auch ein Beyspiel auf, worin von dem Gewicht eines Körpers auf dessen geometrische Größe geschlossen wird?

Antw. Dieß soll durch gegenwärtige Aufgabe geschehen:

Wie

Wie viele Maaß Butter oder Schmalz werden zu einem Zentner erfordert?

Die Dichtigkeit des Butters ist $\frac{942}{1000}$ des Wassers, welches mit andern Worten so viel heißt, als: 942 tt. Butter nehmen gerade so viel Raum ein als 1000 tt. Wasser; weil Butter lockerer als Wasser ist. Ferner ist noch zu wissen, daß eine Maaß $74\frac{304}{1000}$ Kubikzoll enthält, deren 1728 auf den Kubikfuß gehen.

Auflösung.

Maaß ?	100 tt. Butter.
942	1000 tt. Wasser.
44	1 Kubikschuh.
1	1728 Kubikzoll.
$74\frac{304}{1000}$	1 Maaß.
	Antw. $56\frac{1}{9}$ Maaß.

14. Fr. Worauf muß man also sein besonders Augenmerk richten, wenn man von dem Gewicht eines Körpers auf dessen kubischen Inhalt schließen will?

Antw. Darauf, daß man einerley Kubikinhalt in zweyerley Gewichtern auszudrücken sucht, und dabey das Gewicht des Wassers = 1000 setze. Das entsprechende Gewicht des andern Körpers, dessen körperlichen Inhalt man zu erforschen wünscht, steht in der Tabelle unter seiner Rubrik. Oder noch deutlicher: ich stelle mir in Gedanken zwey Körper von gleichem Umfange vor. Der eine enthalte Wasser, und der andere sey von der Art des befraglichen Körpers. Ich untersuche nun bey mir selbst, welcher von beyden vorgestellten Körpern ein größers Gewicht habe. Natürlich wird derjenige mehr wiegen, dessen

dessen spezifische Schwere größer ist, folglich darf nur die Zahl hergenommen werden, die in der Tabelle bey jener Körperart steht, dessen kubischen Inhalt man erforschen will. z. B. Ein Monument von parischem Marmor wiegt 312 Pfunde, wie groß ist dessen kubischer Inhalt? Da in der Tabelle unter der Rubrik dieses Marmors 2,837 steht, so folgert man folgendermassen: Wie viel Kubikschuh fordern 312 tt. Marmor, wenn 2837 tt. so viel Raum ausfüllen als 1000 tt. Wasser, wovon 44 tt. einen Kubikschuh geben?

Kubiksch ?	312 tt. Marmor.
2872	1000 tt. Wasser.
44	1 Kubikschuh.
	Antw. $2\frac{1}{2}$ Kubikschuh allernächstens.

15. Fr. Und welche Hauptmaßregel muß man nehmen, wenn man aus dem kubischen Inhalt eines Körpers das Gewicht desselben ableiten will?

Antw. Hier müssen zwey verschiedene Kubikinhalte des Wassers und des befraglichen Körpers zu einerley Gewicht gesucht, und in den Ansatz gebracht werden. Es stehen zwar auch diese zwey Zahlen in den Tabellen, aber es muß die Zahl, die bey dem befraglichen Körper steht, zum Wasser und der Maaßstab 1000 zu jenem genommen werden; weil sich die Kubikinhalte umgekehrt wie die Dichtigkeiten oder spezifischen Schweren verhalten. Denn je dichter der Körper, desto weniger ist er raumerfüllend. z. B. Eine Eisenstange hält $1\frac{1}{2}$ Kubikschuh,

was

was wiegt sie? — Da in der Tabelle beym Stangeneisen 7,788 steht, so gebe man dem Ansatze folgende Sprechform: Wie viel Pfund hält $1\frac{1}{2}$ Kubikschuh Eisen, da 1000 Kubikschuh Eisen so viel wiegen als 7788 Kubikschuh Wasser, und 1 Kubikschuh Wasser 44 tt. wiegt?

tt. ?	$1\frac{1}{2}$ Kubikschuh Eisen.
1000	7788 Kubikschuh Wasser.
1	44 tt.
	Antw. 5 Zent. 14 tt.

16. Fr. Könnte auch wohl aus dem kubischen Inhalt und aus dem Gewicht eines Körpers dessen spezifische Schwere ausgemittelt werden?

Antw. Warum dieß nicht. Man darf ja nur untersuchen, wie viel Pfund man von der befraglichen Körperart haben müsse, um gleichen Kubikinhalt mit 1000 tt. Wasser herzustellen? Das Uebrige des Ansatzes ergiebt sich von selbst. Gesetzt man wollte die spezifische Schwere des Schießpulvers in Erfahrung bringen. Man weiß durch wiederholte Versuche, daß 1 bairischer Kubikschuh Schießpulver genau $50\frac{7}{8}$ tt. wiegt. Daraus geht nun unfehlbar dieser Ansatz hervor:

Pulv. tt. ?	1000 tt. Wasser.
44	1 Kubikschuh.
1	$50\frac{7}{8}$ tt. Pulver.
	Antw. 1121 tt.

Folglich verhalten sich die spezifischen Schweren des Wassers und des Schießpulvers wie 1000 : 1121, oder wie 1 : 1,121.

Zum

Zum Beschluß dieses Abschnitts noch einige Aufgaben zur Selbstübung.

I.

Was ist die spezifische Schwere der Ziegelsteine, wenn 127 Ziegelsteine 18 bairische Kubikschuh ausfüllen, und wenn 5 Ziegelsteine 57 tt. wiegen?

II.

Wie viel Kubikzoll füllt 1 tt. Quecksilber aus?

III.

Welches Gewicht hat eine Klafter Buchenholz, die nach weggerechneten Zwischenräumen 84 Kubikfuß enthält?

IV.

Wie viel Münchner Schäffel geben 100 Zentner reines Kochsalz, da das Schäffel $8\frac{965}{1000}$ bairische Kubikfuß in sich begreift?

V.

Das Staar, ein Erzmaaß am Kressenberg, ist 1 Schuh $2\frac{1}{2}$ Zoll lang, 1 Schuh $2\frac{1}{4}$ Zoll breit, und $11\frac{5}{8}$ Zoll tief, und faßt 100 tt. Eisenstein; was ist die eigenthümliche Schwere dieses Minerals?

Vierter Abschnitt.

Theorie der Bewegung im Allgemeinen.

1. Fr. Was ist Bewegung?

Antw. Sie ist für Körper die Veränderung des Orts, so wie im Gegentheil Ruhe das Verharren eines Körpers im nämlichen Orte bezeichnet.

2. Fr. Was für Begriffe kommen bey jeder Bewegung vor?

Antw. Die Begriffe von Raum, Zeit, Geschwindigkeit und Richtung.

3. Fr. Was versteht man eigentlich unter Geschwindigkeit?

Antw. Nichts anders, als das Verhältniß des Raums zu der Zeit, in welcher derselbe vom Körper hinterlegt wird. Will man demnach die Geschwindigkeit zweyer Körper mit einander vergleichen, so muß man entweder gleiche Räume oder gleiche Zeiten setzen. Sind die Zeiten gleich, so verhalten sich die Geschwindigkeiten gerade wie die Räume; denn ein Körper, der in einer bestimmten Zeit zweymal oder dreymal so viel Raum macht als ein anderer, bewegt sich auch sehr natürlich zweymal oder dreymal geschwinder als derselbe. — Sind die Räume gleich, dann verhalten sich die Geschwindigkeiten verkehrt wie die Zeiten. Ein Körper, der den nämlichen Raum in einer Sekunde macht, welchen ein anderer in zwey Sekunden hinterlegt, ist noch einmal so geschwind, als dieser andere.

4. Fr.

4. Fr. Sehr oft ist auch in physischen Schriften von einer Größe der Bewegung die Rede, was muß man sich bey diesem Ausdrucke denken?

Antw. Man muß sich dabey die Summe aller Kräfte denken, die ein bewegter Körper gegen ein im Wege stehendes Hinderniß verwendet, z. B. eine Kanonkugel gegen eine Mauer, der Hammer auf das untergehaltne glühende Eisen.

5. Fr. Wovon hängt die Größe der Bewegung ab?

Antw. Von zwey Stücken, nämlich von der Masse oder vom Gewicht des bewegten Körpers, und von dessen Geschwindigkeit. Dieß läßt sich sowohl durch die Vernunft als durch die Erfahrung beweisen. Die Vernunft erklärt sich dieß so: Bey einem bewegten Körper haben alle Elemente (Uranfänge) ein und die nämliche Geschwindigkeit. Ein im Wege stehendes Hinderniß, das des Körpers Bewegung aufheben will, muß die Geschwindigkeiten aller dieser Elemente zugleich auslöschen. Je mehr also Elemente bey einem bewegten Körper sind, das heißt, je größer die Masse bey demselben ist, desto mehr Gewalt hat das Hinderniß auszustehen. Diese Gewalt richtet sich nun wieder nach der Geschwindigkeit selbst. Denn eine kleine Geschwindigkeit, die alle Elemente des bewegten Körpers gemeinschaftlich haben, ist leichter aufzuheben, als eine große Geschwindigkeit — Will man das Nämliche aus der Erfahrung beweisen, so setze man erstlich zwey bewegte Körper von einerley Geschwindigkeit z. B. eine Kanonkugel

und eine Flintenkugel. Die Wirkung der ersten ist unstreitig größer als die der zweyten. Setze man zweytens zwey bewegte Körper von einerley Masse oder Gewicht, aber von verschiedenen Geschwindigkeiten, z. B. zwey gleich große Bleykugeln. Die eine werde mit freyer Hand gegen ein Brett geworfen, die andere gegen dasselbe aus einer Büchse abgeschossen. Die erste wird beynahe keine Spur im Brett zurücke lassen, während die andere dasselbe ganz durchbohrt. Man sieht demnach sattsam daraus, welche auffallende Ungleichheit der Wirkung bloß von der verschiedenen Geschwindigkeit ein und des nämlichen Körpers herrührt. Beweis genug, denke ich, daß die Größe der Bewegung von der Masse und der Geschwindigkeit eines Körpers zugleich abhängt, gerade so, wie die Größe irgend einer Arbeit aus der Anzahl der Personen und ihrer Geschwindigkeit in einer bestimmten Zeit berechnet werden muß.

6. Fr. Ein praktisches Beyspiel stünde hier sehr gut, um diese ausgemachte Wahrheit noch mehr zu beleuchten.

Antw. Dieß soll geschehen. Man lese hier!

Es wird in der Mitte eines schiffbaren Kanals ein hölzerner Pfahl eingerammelt, den gerade noch ein Floß von 42 Zentner Gewicht mit der Geschwindigkeit von 5 Schuh auf die Sekunde in seinem vollen Laufe niederzufahren im Stande ist. Wie viel solcher Pfähle müßte man wohl nebeneinander einrammeln, wenn sie ein anderer Floß von 120 Zentner Gewicht

und

und 7 Schuh Geschwindigkeit zum Brechen bringen soll?

Auflös. Man spreche beym reesischen Ansatze so: Wie viel Pfähle werden zu der Masse 120 Zent. bey der Geschwindigkeit 7 Schuh erfordert; da zu 42 Zent. bey 5 Schuh Geschwindigkeit 1 Pfahl erfordert wird?

Pfähle ?	120 Zent.) 7 Schuh.)
(42 (5	1 Pfahl.
	Antw. 4 Pfähle.

Auch folgendes Problem paßt einigermassen hieher:

In einer Gewürzmühle befindet sich ein einzelner Stampf. Er wiegt 36 tt. und fällt in einer Minute 48 mal nieder. Dieser Stampf ist im Stande, von einem gewissen Gewürze z. B. von Ingwer, täglich 12 Pfund zu liefern. Nun wird nach dem nämlichen Modell ein anderer Stampf gebaut, der 60 tt. wiegt und in jeder Minute 72mal niederfällt; wie viel Pfund Ingwer wird der neue Stampf täglich fördern?

Auflös. Man spreche nach der reesischen Regel so: Wie viel Pfund Ingwer giebt ein Stampf von 60 Pfund Gewicht mittels 72 Stösse auf die Minute in einem Tag; wenn ein andrer Stampf von 36 Pfund Gewicht mittels 48 Stösse auf die Minute täglich 12 tt. Ingwer liefert?

Ingw.tt.?	60 tt. Schwere.)
	72 Stösse.)
(36	
(48	12 tt. Ingwer.
	Antw. 30 tt. Ingwer.

Zur Uebung.

Ein 24pfündige Kanonkugel wird mit einer Geschwindigkeit von 260 Schuh auf die Sekunde gegen eine Mauer abgeschossen. Wie vielmal größer ist die Gewalt, die die nämliche Mauer auszustehen hat, wenn eine 36 pfündige Kugel mit einer Geschwindigkeit von 540 Schuh auf sie losgeschleudert wird.

7. Fr. Was will man durch die Richtung der Bewegung andeuten?

Nichts anders als die Lage jenes Punkts, gegen den ein Körper bewegt wird. Geschieht die Bewegung in der Fläche des Horizonts, das heißt, auf einer wasserrechten Fläche, dann nimmt der bewegte Körper allemal seine Richtung nach einer der 32 Weltgegenden, z. B. die Winde, die Flüsse. u. d. gl.

8. Fr. Welche verschiedenen Eintheilungen haben bey der Bewegung statt?

Antw. Jede Bewegung kann entweder unbedingt oder bezüglich, wirklich oder scheinbar, gemeinschaftlich oder eigen, geradlinicht oder krummlinicht, einfach oder zusammengesetzt, gleichförmig

oder ungleichförmig seyn. Letztere ist oft beschleunicht, oft verzögert.

9. Fr. Wann ist die Bewegung unbedingt?

Antw. Wenn ein Körper seinen Ort im Raume wirklich verändert, so daß er zu allen übrigen Körpern, die ihn umgeben, eine andere Lage erhält. So ist z. B. das Reisen von einem Orte zum andern eine unbedingte Bewegung.

10. Fr. Wann nennt man sie bezüglich?

Antw. Wenn ein Körper durch die Bewegung seine Lage nicht zu allen, sondern zu einigen Körpern ändert. Ein Mensch mag im Trettrade den ganzen Tag über steigen: er wird zwar seine Lage gegen die Theile des Rades, aber nicht gegen die übrigen ihn umgebenden Körper ändern. Folglich bezieht sich seine Bewegung bloß auf die Theile des Rades. Das nämliche erfolgt auch, wenn jemand auf einen Floß eben so geschwind gegen die Richtung des Stroms geht, als der Floß forteilt; denn er wird sich während seines Ganges keinen Nagel breit von jenem Punkte des Erdbodens entfernen, wovon er anfänglich ausgegangen ist.

11. Fr. Was ist wirkliche Bewegung?

Antw. Jede wahre Veränderung des Orts, sie mag unbedingt oder bezüglich seyn, wenn nur der Körper in irgend einer Hinsicht einen Raum zurück legt.

12. Fr. Was ist scheinbare Bewegung?

Antw. Wenn die Vorstellung der Ortsveränderung nicht in der Wahrheit selbst, sondern in einer optischen Täuschung ihren Grund hat.

So

So scheint uns die Sonne zu gehen und die Erde still zu stehen, obgleich sich die Sache in der That umgekehrt verhält. So scheinen uns die Bäume im Hintergrunde eines Waldes, wenn man schnell darin fährt, durcheinander zu laufen. Macht man das erstemal eine Wasserreise, so glaubt man immer das Schiff oder der Floß stehe still, und die Ufer gehen zurück.

13. Fr. Wann hat man eine gemeinschaftliche Bewegung?

Antw. Wenn mehrere Körper mit einerley Geschwindigkeit sich zugleich nach einerley Richtung bewegen, z. B. wenn etliche Personen auf einem Schiffe oder in einem Wagen fahren.

14. Fr. Wann eine eigene Bewegung?

Antw. Wenn unter zwey oder mehrern bewegten Körpern einer eine andere Richtung, oder eine andere Geschindigkeit als die übrigen beobachtet. So z.B. macht zwar meine Taschenuhr mit mir eine gemeinschaftliche Bewegung, wenn ich gehe; aber dabey hat jedes Rad derselben eine eigene Bewegung, man mag auf Richtung oder auf Geschwindigkeit sehen. Eben das kann auch vom Mond in Rücksicht auf die Erde gesagt werden. Er wandelt mit ihr zwar gemeinschaftlich um die Sonne, aber dreht sich dabey in eignen Kreisen immer um sie herum.

15. Fr. Wann ist die Bewegung geradlinicht?

Antw. Wenn ein Körper immer die nämliche Richtung beybehält. Als Beyspiele dienen die Ballen auf dem Billard, die Kugeln auf den Kegelbahnen u. s. f.

16. Fr. Wann krummlicht?

Antw. Wenn ein Körper während seiner Bewegung stäts die Richtung ändert. Dieß thun z. B. Bomben aus Mörsern, oder Steine mit der Hand fortgeworfen

17. Fr. Was ist eine einfache Bewegung?

Antw. Die entweder von einer einzigen Kraft, oder auch von mehrern Kräften, die nach der nämchen Richtung wirken, herrührt. Ja, man nennt die Bewegung sogar noch einfach, wenn zwey oder mehrere Kräfte nach völlig entgegengesetzten Richtungen einen Körper fortzuspornen bemüht sind. Ein oder mehrere Pferde an einen Wagen gespannt geben ihm eine einfache Bewegung. Auf jeden Körper der aufwärts gezogen wird, wirken zwey Kräfte nach völlig entgegengesetzten Richtungen. nämlich die Zugkraft nach oben, und die Schwerkraft nach unten. Eine solche Bewegung ist demnach im strengsten Sinne noch einfach.

18. Fr. Was eine zusammengesetzte?

Antw. Wenn zwey oder mehrere Kräfte unter einen Winkel auf den Körper wirken, um ihn entweder fortzustossen, oder fortzuziehen, dann nennt man die daraus erfolgende Bewegung zusammengesetzt. Hieher gehört das Läuten einer Glocke von mehrern Personen, das Aufwärtsziehen eines Schiffes, wo eine Kraft es gegen das Ufer, die andere vom Ufer ablenkt u. s. w.

19. Fr. Was versteht man unter gleichförmiger Bewegung?

Antw.

Antw. Eine solche, wo das Verhältniß des Raums zur Zeit immer das nämliche bleibt, das heißt mit andern Worten, wo in gleichen Zeiten immer gleiche Räume hinterlegt werden, z. B. der Zeiger auf der Uhr, der jede Stunde einen Bogen von 30 Graden hinterlegt.

20. Fr. In welchen Fällen ist die Bewegung ungleichförmig?

Antw. In solchen, wo sich obiges Verhältniß des Raumes zur Zeit immer ändert, oder wo in gleichen Zeiten ungleiche Räume gemacht werden. Ein Reuter, der sein Pferd bald im Schritt gehen, bald im Trapp laufen, bald im Galoppe dahin fliegen läßt, bewegt sich auf diese Weise.

21. Fr. Wann ist eine Bewegung beschleunigt?

Antw. Wenn die Geschwindigkeit immer Wachsthümer erhält, z. B. beym Fallen der Körper.

22. Fr. Wann verzögert?

Antw. Wenn die Geschwindigkeit immer abnimmt, wie sich dieß beym Eisschießen deutlich wahrnehmen läßt. Auch die steigenden Raqueten können hier als Beyspiele auftretten.

Fünfter Abschnitt.

Von der gleichförmigen und gleichförmig beschleunigten Bewegung.

1. Fr. Wie muß die Geschwindigkeit bey der gleichförmigen Bewegung beschaffen seyn?

Antw. Sie muß sich während der ganzen Bewegung nie ändern, sondern immer die nämliche bleiben, das heißt, der Körper muß, wie schon oben gesagt worden, in gleichen Zeiten gleiche Räume zurücklegen.

2. Fr. Wie kann aus der gegebnen Zeit und Geschwindigkeit der Raum gefunden werden, den ein Körper in dieser Bewegung zurück legt?

Antw. Man darf nur die Zeit durch die Geschwindigkeit multipliziren, so ist alles geschehen. Denn gesetzt ein Kourier hinterlegt in jeder Stunde 2 Meilen, so wird er in 2 Stunden 4 Meilen, in 3 Stunden 6 Meilen u. s. w. zurücklegen. Folglich lassen sich dergleichen Rechnungsfälle alle durch einfache Multiplikationen oder Divisionen, und wenn sie etwas mehr zusammengesetzt sind, durch die reesische Regel abfertigen. z. B.

Es ist aus Erfahrung bekannt, daß die Zugpferde aus dem Hofstalle zu München eine Geschwindigkeit besitzen, womit sie 21 bairische Schuh in einer Sekunde durchlaufen. Wie lang braucht also der König, um von München bis Augsburg zu kommen, da dieser Weg über Dachau 17 Stunden

den und 1711 bairische Schuh beträgt, und die Stunde 12703 solcher Schuhe mißt?

Ansatz.

St. Zeit?	17 St. 1711 baier. Schuh Weg.
21	1 Sekunden.
60	1 Minuten.
60	1 St. Zeit.

| Antw. Etwas über 2 Stund und 52 Minuten.

3. Fr. Wie hat man die Sache anzugehen, wenn man untersuchen soll, wie vielmal geschwinder ein Körper als der andere ist?

Antw. Man setze die Geschwindigkeit des langsamern Körpers = 1, damit man sie als den Maaßstab ansehen könne, nach welchen die Geschwindigkeit des schnellern Körpers zu schätzen kömmt. Ein Beyspiel hierüber:

Der Schall (so zu sagen eine Luftwelle) durchläuft in einer Minute beynahe $2\frac{3}{4}$ deutsche Meilen, das Licht hingegen in $8\frac{1}{8}$ Minute 20150000 solcher Meilen: wie vielmal größer ist die Geschwindigkeit des Lichts als die des Schalls?

Auflösung.

Man vergesse nicht, daß Zeit und Geschwindigkeit als Faktoren zusammen gehören, um den den daraus hervorgehenden Raum zu bestimmen.

Ge=

(Geschw. ?	20150000 Meilen.
(Min. $8\frac{1}{8}$	
Meile $2\frac{3}{4}$	1 Geschw.
	1 Minuten.

| Antw. 901818 mal geschwinder ist das Licht als der Schall.

Zur Uebung.

Belidor behauptet, daß die Infanterie im Duplirschritt $337\frac{1}{2}$ rheinische Schuhe in einer Minute hinterlegen könne. Wie lang würde demnach ein solches Regiment brauchen, um von München nach Braunau zu marschiren, da die Strasse dahin 35 Stund und 7131 bairische Schuh mißt? Es geben aber 13913 bairische 12938 rheinische Schuhe, oder kürzer 43 bairische Schuh sind beynahe so lang als 40 rheinische.

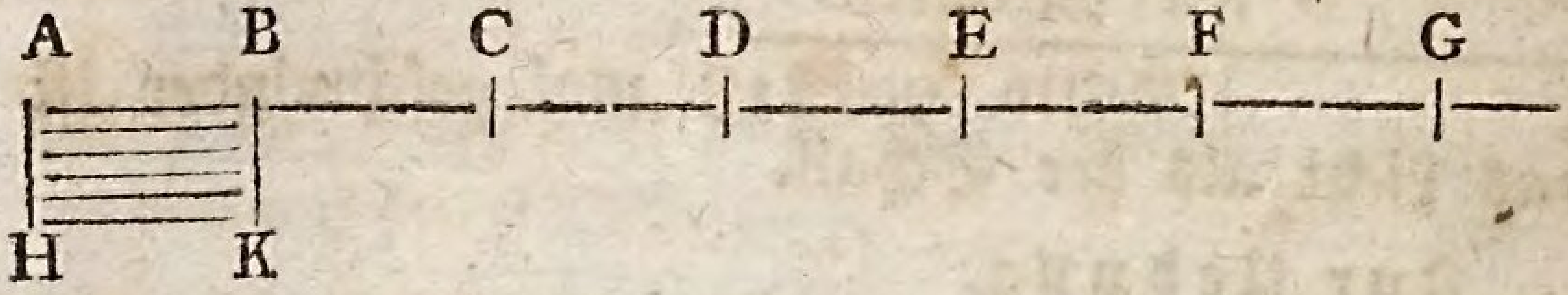
4. Fr. Durch welche leichte geometrische Figur versinnlichten die Alten den Raum der gleichförmigen Bewegung?

Antw. Durch ein Rechteck, wo die Grundlinie die Geschwindigkeit, und die Höhe die Zeit vorstellt. Denn der Flächeninhalt eines Rechtecks ist bekanntlich das Produkt aus der Grundfläche in die Höhe, und der Raum, der mit einer gleichförmigen Bewegung hinterlegt wird, ist gleichfalls ein Produkt aus der Geschwindigkeit in die Zeit, durch welche diese Bewegung gedauert hat. — Uebrigens geht die Beweisführung so:

Es sey in vorliegender Figur die physische Linie AC der Weg, den ein Körper in etlichen

glei-

gleichen Zeiten z. B. in 6 Sekunden zurücklegt, so daß er in der ersten Sekunde bis B, in der zweyten bis



C in der dritten bis D u. s. w. kömmt. Zieht man nun diese gleichen Linien alle untereinander hin, so entsteht das Rechteck ABKH, wo HK = AB die Geschwindigkeit, und AH die Anzahl der Sekunden oder dir Zeit ausdrückt.

5. Fr. Wann heißt die Bewegung gleichförmig beschleunigt?

Antw. Wenn die Geschwindigkeit in gleichen Zeiten gleiche Wachsthümer erhält. z. B. Ein Both geht am ersten Tag so langsam, daß er in 12 Stunden oder in einen Tag nur 1 Meile zurück legt. Am zweyten Tag macht er in eben dieser Zeit 3 Meilen, am dritten Tag 5, und endlich am vierten Tag gar 7 Meilen. Es nimmt also seine Geschwindigkeit täglich um 2 Meilen zu, und ist daher im strengsten Sinne gleichförmig beschleunigt.

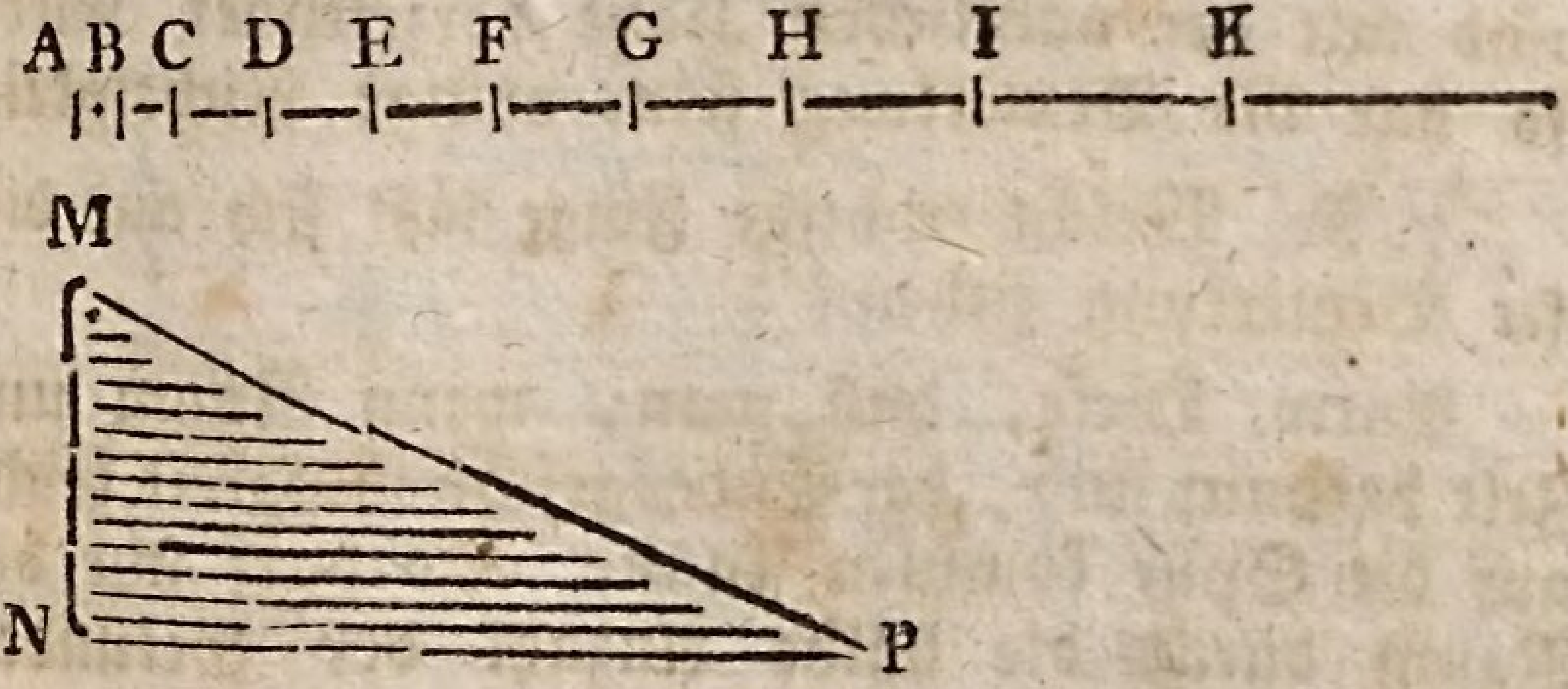
6. Fr. Wie läßt sich diese Art Bewegung versinnlichen?

Antw. Durch ein rechtwinklichtes Dreyeck, wo die Höhe die Zeit, und die Grundlinie jene Geschwindigkeit vorstellt, die der Körper am Ende der Bewegung besitzt.

7. Fr. Welcher Beweis bürgt für diese Behauptung?

Antw.

Antw. Folgender: Man theile die Zeit der Bewegung in sehr kleine Theile, so wird die Geschwindigkeit oder der Raum während dieses ersten Zeittheilchens auch sehr klein seyn. Im zweyten Zeittheilchen ist sie etwas größer; im dritten wieder größer und so immer fort. Drückt man nun diese Geschwindigkeiten wieder wie oben durch Linien aus,



und zieht sie gehörig untereinander, so entsteht hier eben so gut ein rechtwinklichtes Dreyeck, als oben bey der gleichförmigen Bewegung ein Rechteck entstanden ist. Man sieht aus beygedruckter Figur, daß die anfängliche Geschwindigkeit A B eine Linie ist, die sehr nahe an das Null gränzt. B C ist etwas größer, C D wieder um den nämlichen Wachsthum größer u. s. f. Diese Linien nun in ein Dreyeck gesammelt, geben den Raum M N P, wo die Grundlinie N P die Endesgeschwindigkeit, und die Höhe M N die Anzahl aller Kleinzeiten vorstellt.

6. Fr. Welche Bemerkung dringt sich beym ersten Anblick dieser Versinnlichung der gleichförmig beschleunigten Bewegung auf?

Antw. Daß der Raum, den ein Körper mittels gleichförmig beschleunigter Bewegung hinter

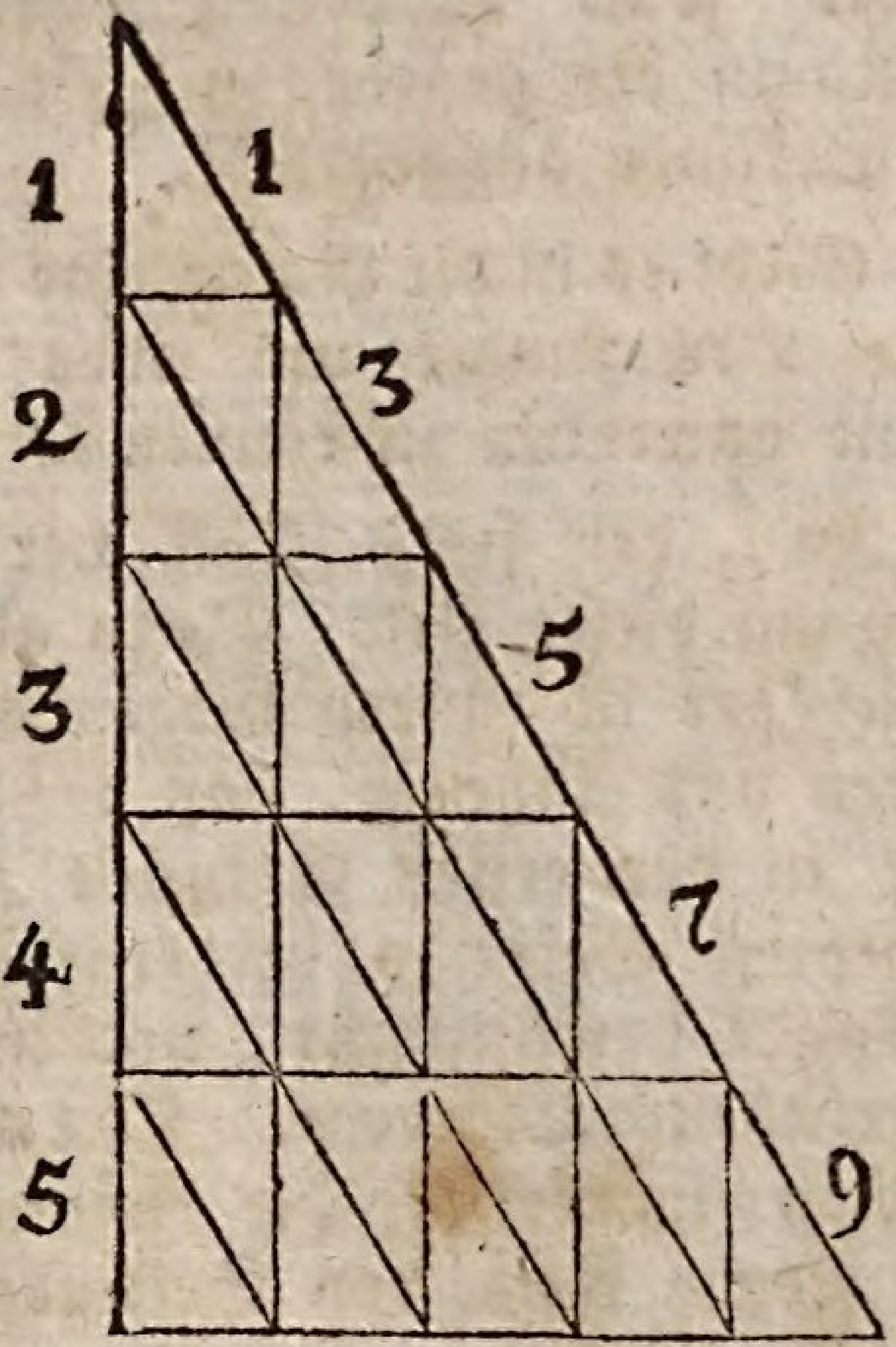
terlegt, nur halb so groß ist, als er gewesen seyn würde, wenn der Körper gleich Anfangs die Endesgeschwindigkeit gehabt, und sich die nämliche Zeit über gleichförmig fortbewegt hätte. Denn da wäre ein Rechteck von eben dieser Grundlinie und Höhe entstanden. Da nun bekanntlich ein Dreyeck nur halb so viel Raum enthält als ein Rechteck, das auf einerley Grundlinie und mit der nämlichen Höhe verzeichnet wird, so hat die Bemerkung seine völlige Richtigkeit.

7. Fr. Welche wichtige Folge läßt sich aus dieser Bemerkung ziehen?

Antw. Diese, daß man, wenn Raum und Zeit bekannt sind, der Endesgeschwindigkeit leicht auf die Spur kommen kann. Es darf nur der Raum durch die halbe Anzahl der Sekunden dividirt werden.

8. Fr. Gesetzt, eine solche gleichförmig beschleunigte Bewegung, die so eben zum Grunde gelegt worden, daure nur eine Sekunde, und diese Sekunde sey im Gedanken in sehr viele und eben darum sehr kleine Zeittheilchen abgetheilt worden; was für Folgerungen lassen sich daraus für Bewegungen dieser Art führen, die mehrere Sekunden dauern?

Antw. Diese Folgerung, daß die zurückgelegten Räume von Sekunde zu Sekunde wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9 fortgehen. Denn man verlängere nur das obige Dreyeck, und gebe der Höhe etliche solche Theile, wie die Höhe der ersten Sekunde ist, so werden der zweyten Sekunde 3 solche Dreyeck, wie das erste war, als Raum entsprechen.



Der dritten Sekunde entsprechen 5, der vierten 7 u. s. w. wie aus gegenwärtiger Figur sattsam erhellet.

11. Fr. Dieß gilt zwar von den Räumen, die in aufeinander folgenden Sekunden durchloffen werden; aber wie verhält sich die Sache, wenn ich den gesammten Raum vom Anfang der Bewegung bis zum Ende derselben bestimmen will?

Antw. Dann ist nichts leichters, als alle diese ungeraden Zahlen zu addiren, und es wird sich zeigen, daß der Körper in der ersten Sekunde 1, in zwey Sekunden 4, in drey Sekunden 9, in vier Sekunden 16 u. s. f. solche Dreyecke zurücklege. Man darf demnach nur die Anzahl der Sekunden mit sich selbst multipliziren,

ren, welches sonst quadriren heißt; so hat man den Raum der gegebenen Zeit in Räumen der ersten Sekunde ausgedrückt.

12. Fr. Giebt es in der Natur eine gleichförmig beschleunigte Bewegung, um alles das bisher Vorgetragene anwenden zu können?

Antw. Ja, der freye Fall der Körper ist eine Bewegung dieser Art. Denn alle Versuche, die man hierüber in unsern Gegenden angestellt hat, belehren uns einhellig, daß der Raum, den der Körper in der ersten Sekunde zurück legt, in der zweyten Sekunde verdreyfacht, in der dritten Sekunde verfünffacht, und in der vierten Sekunde versiebenfacht werde. Mit andern Worten heißt dieß so viel: Die Räume, die ein Körper im freyen Falle von Sekunde zu Sekunde durchläuft, sind wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7 u. s. f. Folglich giebt es in der Natur eine gleichförmig beschleunigte Bewegung, worauf die eben vorgetragenen Sätze angewendet werden können.

13. Fr. Und wie groß ist dann eigentlich der Raum, den der Körper im freyen Falle während der ersten Sekunde hinterlegt?

Antw. Er beträgt $15\frac{625}{1000}$ oder was auf eines hinausläuft $15\frac{5}{8}$ rheinische Schuhe, welche im französischen Maaße ausgedrückt $15\frac{19}{260}$, und im baierischen Maaß $16\frac{401}{500}$ Schuh geben.

14. Fr. Ist dieser Fallraum der ersten Sekunde zu allen Zeiten und an allen Oertern der Erdoberfläche der nämliche?

Antw. Die Zeiten gaben zwar bis daher noch nie einen Unterschied an, wohl aber die Oerter.

Denn

Denn man findet diesen Fallraum nahe an den Erdpolen am größten, und unter dem Aequator am kleinsten.

, 12. Fr. Warum dieß?

Antw. Bekanntlich ist die Erdkugel in den Polgegenden abgeplattet, folglich unter dem Aequator erhoben. Bey den Polen ist daher die Schwerkraft wirksamer als beym Aequator; weil sich dort die fallenden Körper näher beym Mittelpunkt der Erde, wo man sich die Zugkräfte der ganzen Erdmasse versammelt denken muß, als unter dem Aequator befinden.

16. Fr. Wie kann einigermaßen bewiesen werden, daß der Fall der Körper nothwendig eine gleichförmig beschleunigte Bewegung seyn müsse?

Antw. Man theile die Zeit eines Falls in etliche gleiche Theile, z. B. in Sekunden. Am Ende der ersten Sekunde hat der Körper eine Geschwindigkeit erlangt, mit der er jetzt fortfahren würde, sich gleichförmig zu bewegen, wenn die Schwerkraft nicht weiter auf ihn wirkte; denn kein Körper kann sich gemäß dem Gesetze der Trägheit die Bewegung selbst nehmen.

Allein die Schwerkraft wirkt durch die ganze zweyte Sekunde nach dem Gesetz der Stättigkeit so gut noch auf den Körper wie in der ersten. Folglich ist die Endesgeschwindigkeit nach der zweyten Sekunde zweymal so groß als nach der ersten; weil der Körper eine Geschwindigkeit beybehielt, und eine eben so große aufs Neue erlangte.

Am Ende der dritten Sekunde ist die Geschwindigkeit dreymal größer als am Ende der

ersten; denn zwey Geschwindigkeiten wurden beybehalten, und eine neue erlangt.

Es sind demnach die Wachsthümer der Geschwindigkeit wie die Zeiten, oder gleiche Zeiten haben gleiche Wachsthümer der Beschleunigung. Folglich ist der freye Fall der Körper im strengsten Sinne eine gleichförmig beschleunigte Bewegung.

17. Fr. Aber der Widerstand der Luft vereitelt die gleichförmige Bewegung?

Antw. Es ist wahr, daß der Fall der Körper eigentlich nur im luftleeren Raume die Gesetze der gleichförmig beschleunigten Bewegung in aller Strenge befolgt. Daher der Beysatz: freyer Fall. Im luftleeren Raume fällt eine Pflaumfeder und ein Goldkügelchen zu gleicher Zeit zu Boden, eine Erscheinung, die sich im gemeinen Leben nie ereignen wird. Jedoch nähert sich der Fall solcher Körper, die eine merkliche spezifische Schwere haben, z. B. Bley Gold u. d. gl., wenn er auch in der uns umgebenden Luft geschieht, so ziemlich den Gesetzen der gleichförmig beschleunigten Bewegung.

18. Fr. Warum dieß?

Antw. Sind mehr Elemente in die nämliche Hülle (Volum) eingezwängt, so hat der Körper auch eine größere Kraft, das nämliche Hinderniß, nämlich die im Wege stehende Luft hinwegzuschaffen. Denn jedes Element wird von der Erde mit gleicher Stärke angezogen. Viele Zugkräfte vermögen aber auf die nämliche Luftmasse natürlich mehr, als wenige.

Fr.

19. Fr. Welchen Nutzen hat der Fall schwerer Körper in der Meßkunst?

Antw. Man bestimmt dadurch die Höhen der Thürme, und die Tiefen der Brunnen sehr zuverläßig.

20. Fr. Wie wird dieß bewerkstelliget?

Antw. Man nimmt z. B. eine Bleykugel, und läßt sie in jene Tiefe hinabfallen, die man zu messen gedenkt. Man zählt die Seknnden und wenn es möglich ist auch die Viertelssekunden, die bis dahin verstreichen, wo man den Schall der am Grund auffallenden Kugel vernimmt. Diese Anzahl multiplizirt man mit sich selbst, und auch mit dem Fallraum der ersten Sekunde, so hat man die Tiefe in Schuhen des nämlichen Maaßes, worin der Fallraum der ersten Sekunde ausgedrückt ist. Ein Exempel hierüber.

Um von der Höhe eines der hiesigen Frauenthürme herabzufallen, braucht ein Stein $4\frac{63}{100}$ Sekunden; wie hoch sind diese Thürme?

Auflös. Man multiplizire die Zahl $4\frac{63}{100}$ oder $\frac{463}{100}$ mit sich selbst, so erhält man $\frac{214369}{10000}$. Dieß Produkt noch einmal mit dem Fallraum der ersten Sekunde $16\frac{802}{1000}$ oder $\frac{16802}{10000}$ multiplizirt, giebt $\frac{3601827938}{100000000}$. Dividirt man nun, und läßt den unbedeutenden Bruch fahren, so entstehen 360 bairische Schuh für die Höhe der Frauenthürme.

Zur Uebung.

Wäre der Kirchstein (ein Berg bey Lengries ohnweit Tölz) senkrecht

durch=

durchlöchert, so würde ein Stein $11\frac{27}{100}$ Sekunden bis auf dessen Grundfläche hinab zu fallen haben. Wie hoch ist dieser Berg?

21. Fr. Aber wie müßte man es angehen, wenn aus einer gegebnen Höhe die Anzahl der Sekunden gefunden werden sollte, welche ein Körper der schwerern Art braucht, um diese Höhe zu durchfallen?

Antw. Das Verfahren wäre hier gerade das umgekehrte vom vorigen. Man hätte demnach nichts weiter nöthig, als die gegebne Höhe durch den Fallraum der ersten Zeitsekunde zu dividiren, und aus dem Quotienten die Quadratwurzel zu ziehen. z. E.

Der Martinsthurm in Landshut ist 443 bairische Schuh hoch; wie lang braucht ein Stein, um von der Spitze desselben herabzufallen?

Auflös. Man dividire 443 durch $16\frac{802}{1000}$, oder was einerley ist, durch $\frac{16802}{1000}$. Der Quotient wird $26\frac{37}{100}$ und die Quadratwurzel daraus $5\frac{13}{100}$ seyn. Es braucht demnach eine Bleykugel oder ein Steinstück $5\frac{13}{100}$ Sekunden, um eine Höhe von 443 Schuhen zu durchfallen.

Zur Uebung.

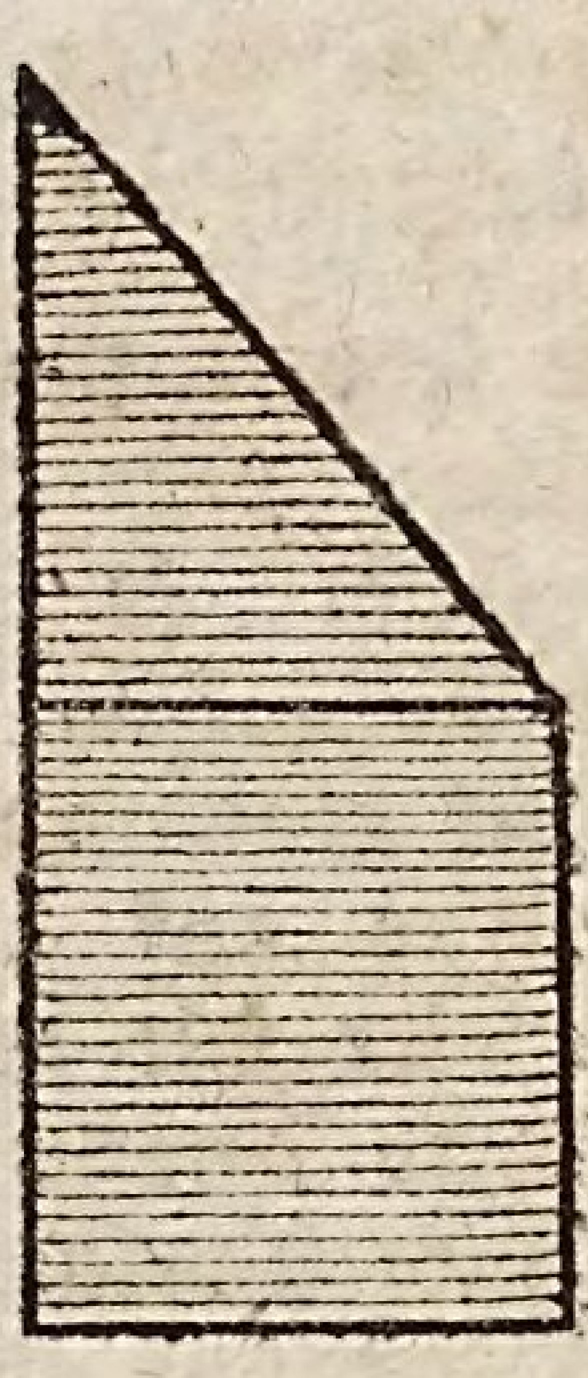
Gesetzt es gienge der Krater des feuerspeyenden Berges Aetna bis auf die horizontale Grundfläche hinab, so würde derselbe 14754 Pariserfuß tief seyn. Wie viele Sekunden möchte wohl ein Körper vonnöthen haben, um in diese Untiefe hinab zu stürzen.

22. Fr. Wie läßt sich beym freyen Fall, die Endesgeschwindigkeit ausmitteln?

Antw. Auf eine sehr leichte Art. Denn entweder wird die Höhe, oder die Zeit des Falls gegeben. Ist das Erste, so suche man die erforderliche Zeit in Sekunden. Mit der Hälfte dieser gefundenen Zeit dividire man in die durchfallne Höhe, oder was auf das Nämliche hinausläuft, man dividire mit der ganzen Zeit in die doppelte Höhe; so kömmt allemal die Endesgeschwindigkeit zum Vorschein — Ist hingegen die Zeit als bekannt anzusehen, so muß die entsprechende Höhe ausgemittelt werden. Das übrige Verfahren bleibt das nämliche wie oben.

23. Fr. Wo liegt der Grund dieser Verfahrungsart?

Antw. Darin, daß sich der Raum, der durch die gleichförmig beschleunigte Bewegung beschrieben wird, durch ein rechtwinklichtes Dreyeck ausdrücken läßt, wo die Höhe die Zeit, und die Grundlinie die Endesgeschwindigkeit vorstellt. Durch diese Endesgeschwindigkeit wird der Körper im Stande gesetzt, in der nämlichen Zeit, mittels gleichförmiger Bewegung, einen noch so großen Raum zurück zu legen. Daher die doppelte Höhe bey der Berechnung. Dividirt man nun ein Rechteck durch die Höhe, oder ein Dreyeck durch die halbe Höhe, so geht die Grundlinie als Quotient hervor. Da nun das Rechteck, wie aus beygesetzter Figur erhellet,



die Grundlinie mit dem Dreyecke gemein hat, und diese Grundlinie der Repräsentant der Endesgeschwindigkeit ist; so erreicht man durch diese Verfahrungsart seinen Zweck. z. B.

Eine große Hagelschlosse hinterlegt im freyen Fall eine Höhe von 6840 bairischen Schuhen; wie groß ist ihre Endesgeschwindigkeit, das heißt mit andern Worten: Welchen Raum würde diese Schlosse in einer Sekunde mit der Endesgeschwindigkeit hinterlegen, wenn sie noch weiter fallen könnte, ohne daß eben die Schwerkraft der Erde auf sie mehr wirkte?

Auflös. Dividirt man 6840 durch $16\frac{802}{1000}$, so kömmt $407\frac{9}{100}$, woraus die Quadratwurzel $20\frac{17}{100}$ als die erforderliche Zeit in Sekunden ausgedrückt hervorgeht. Mit dieser Größe nun mehrmal in den doppelten Raum 13680 dividirt, giebt die Endesgeschwindigkeit 678 bairische Schuh. Dieß muß nun so ausgelegt werden:

Fiele

Fiele eine Bleykugel so hoch herab, als diese Schlosse, so würde sie die nämliche Gewalt auf ein im Wege stehendes Hinderniß ausüben, als wenn man sie aus einer Büchse losschösse, die sie 678 Schuh in der ersten Sekunde forttriebe.

Zur Uebung.

Irgendwo wurde ein Felsen mit Pulver gesprengt. 18 Sekunden nach dem Schuß fiel erst ein kleines Steinstück aus der Luft herab, und tödtete einen Arbeiter auf der Stelle. Wie groß war die Endesgeschwindigkeit dieses Steinstücks, da 9 Sekunden als halbe Zeit des Ausbleibens für den Fall gehören?

24. Fr. Giebt es außer dem freyen Falle noch eine gleichförmige Bewegung in der Natur?

Antw. Allerdings; und dieß ist die Bewegung über die schiefe, oder geneigte Ebne.

25. Fr. Was will dieß sagen: schiefe oder geneigte Ebne?

Antw. Man versteht darunter jede ebne Fläche, die mit dem Horizont einen spitzigen Winkel macht, so daß hinaufgelegte Körper darüber hinabglitschen; z. B. Schlitten über beschneyte Bergabhänge, oder noch besser, daß freygelassene Kugeln darauf fortrollen.

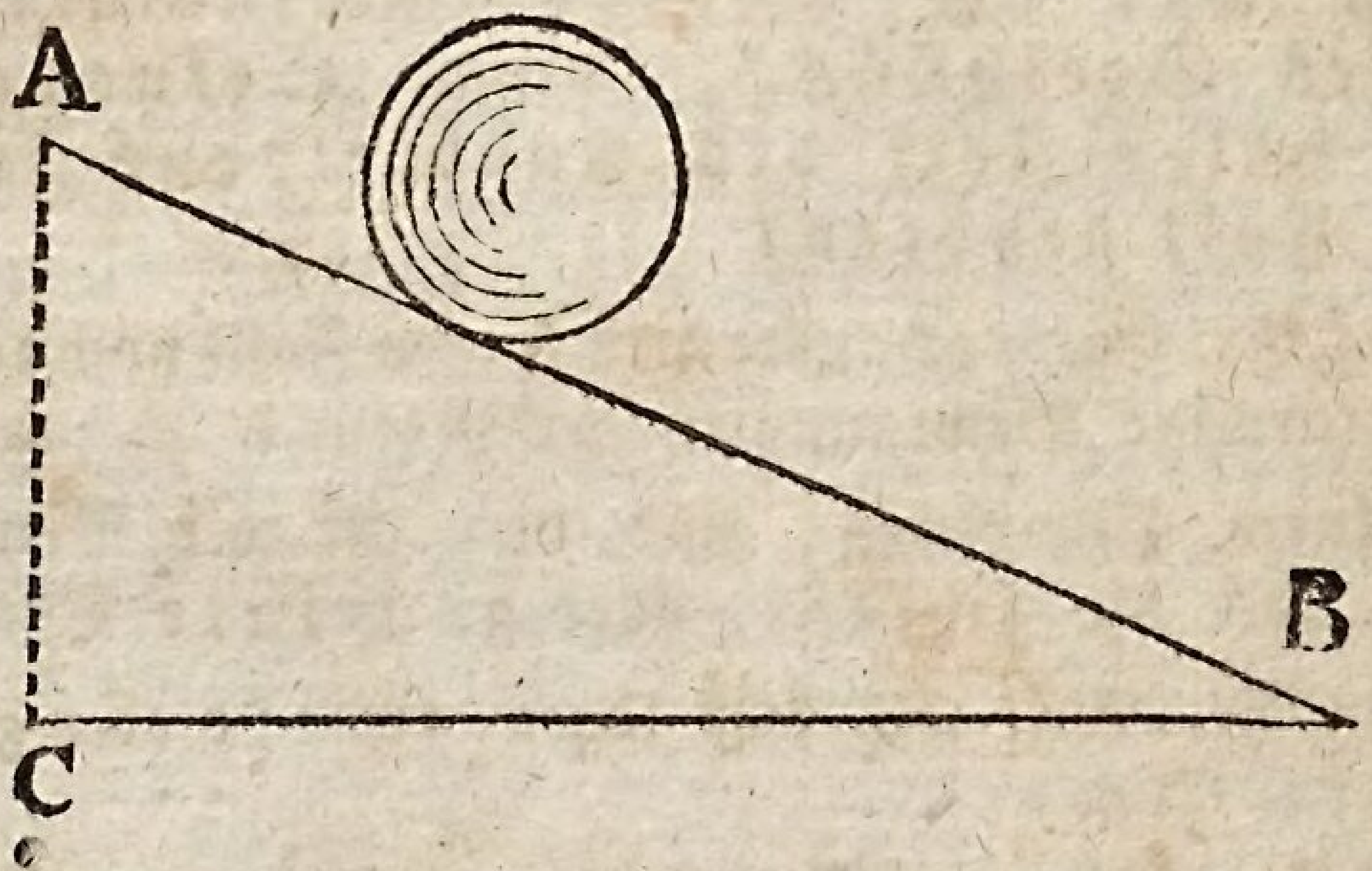
26. Fr. Wie kann dargethan werden, daß die Bewegung über eine solche geneigte Ebne gleichförmig beschleunigt sey?

Antw. Der nämliche Beweis, welcher oben für den freyen Fall geführt worden, paßt auch hie-

hieher. Nur der einzige Unterschied findet hier statt, daß der Fallraum der ersten Sekunde kleiner ausfällt, weil der Körper im Herabrollen immer von der senkrechten Richtung abgelenkt wird.

27. Fr. Was für Theile kommen bey der geneigten Ebne in Betrachtung?

Antw. Man unterscheidet dabey Länge, Höhe und Grundlinie, und zwar nach den allerersten Anfangsgründen der



Geometrie. So ist in der beygegebnen Figur A B die Länge, A C die Höhe, und C B die Grundlinie.

28. Fr. Welchen Nutzen gewähren uns die schiefen Flächen?

Antw. Wir bedienen uns derselben mit Vortheil beym Aus- und Einladen der Schiffe, Flöße, u. d. gl. Beym Auf- und Abladen der Wägen, besonders wenn sie mit großen Fässern befrachtet sind. Bey Baugerüsten führen schiefe

Flä-

Flächen von einem Stockwerk zum andern. Selbst unsere Stiegen sind eine Art geneigter Ebnen. Unter der Form einer schiefen Fläche leiten die Dächer das Regenwasser von den Gebäuden ab. Jede Bergstrasse stellt eine solche Ebne vor. Der Rinnsal jedes Flusses ist unter einem kleinen Winkel zum Horizont geneigt. Unterschlächtige Wasserräder haben ihre Geschwindigkeit bloß der schiefen Fläche zu verdanken. Und handelte die Natur nicht wohlthätig für uns, da sie steilen Bergen und abschüßigen Hügeln nach und nach die Gestalt schiefer Flächen ertheilte? Denn nur unter dieser Bedingung können sie urbar gemacht, und in fruchtbare Abhänge verwandelt werden. Selbst das warme Klima von Italien ist eine natürliche Folge der sanften Abdachung der Alpengebirge. Denn die Sonnenstrahlen fallen mehr lothrecht auf das Erdreich hin, und werden bekanntlich dadurch wirksamer. Nichts davon zu melden, daß auch den scharfen Nordwinden der Zutritt in dieses Land dadurch erschwert wird.

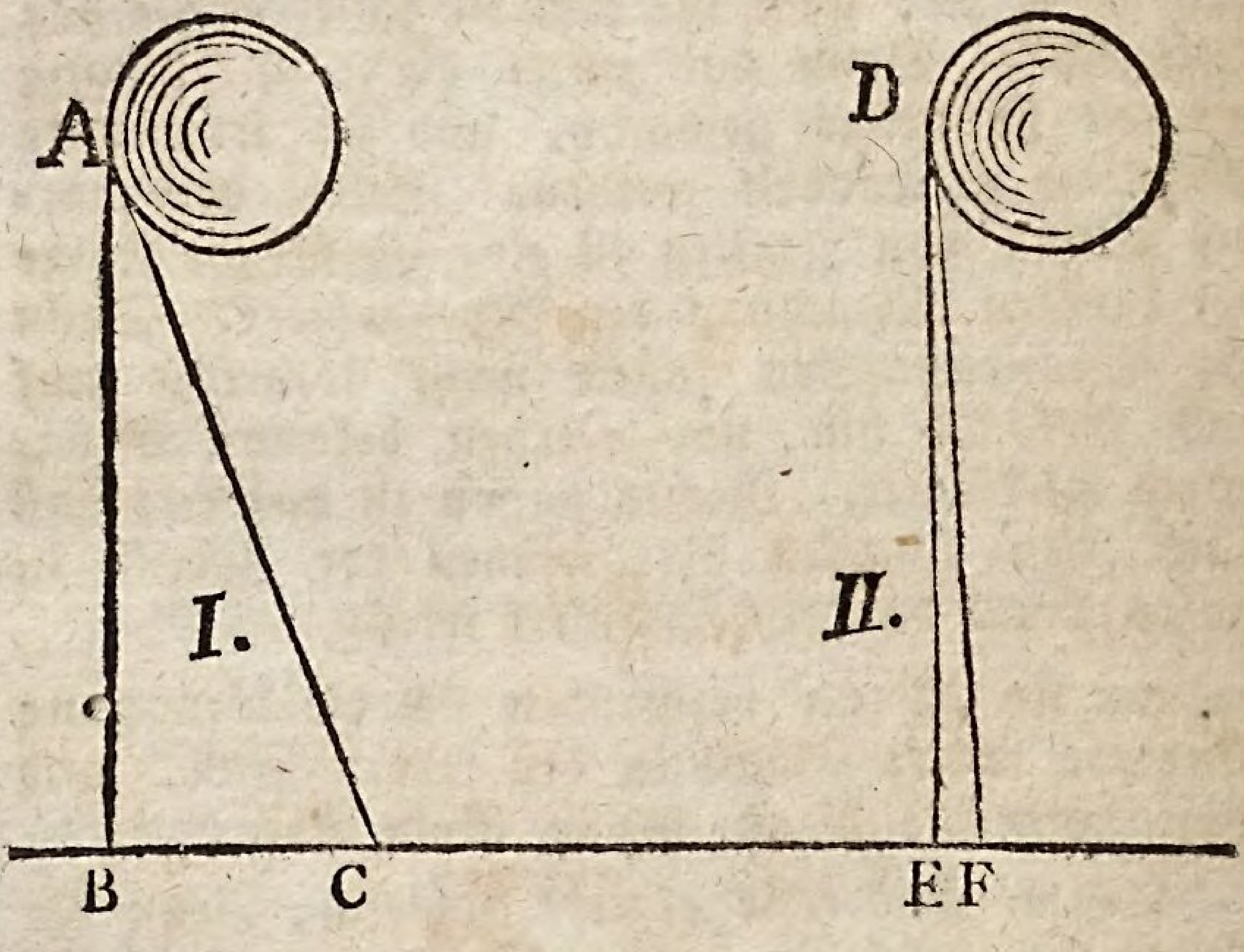
29. Fr. Wann verwandelt sich die Bewegung über die schiefe Fläche in den freyen Fall, und wann geht die Bewegung in Ruhe über:

Antw. Das erste ergiebt sogleich, wenn der Neigungswinkel ein rechter ist, das heißt wenn er 90° mißt, oder mit andern Worten, wenn Höhe und Länge in eine Linie zusammen fallen. Das zweyte hat dann statt, wenn der Neigungswinkel, oder die Höhe verschwindet.

30. Fr. Wie kann für jede geneigte Ebne, deren Höhe und Länge bekannt ist, der Fallraum oder eigent=

eigentlicher zu reden, der Rollraum der ersten Zeitsekunde bestimmt werden?

Antw. Durch einen sehr einfachen Kunstgriff. Ich stelle mir nämlich nebst der gegebenen schiefen Fläche noch eine andere zur Vergleichung vor, die zwar auch die nämliche Länge hat; aber deren Höhe mit der Länge beynahe ganz überein kömmt. Hier ist also Rollen und Fallen einerley.



Gesetzt, es halte die Länge A C = 54 bairische Schuh, und die Höhe A B = 45. Ich zeichne mir nun Nro. II in Gedanken eine andere schiefe Fläche, deren Grundlinie E F für nichts zu achten ist, und mache D F = A C, so wird auch die Höhe dem D F gleichgesetzt werden können. Es wird nun nicht mehr schwer

seyn,

seyn, folgende Sprechform des reesischen Ansatzes zu verstehen: Wie groß ist der Fallraum für die Höhe 45 Schuh, wenn er für die Höhe 54 Schuh $16\frac{802}{1000}$ seyn wird?

Fallr.?	45 Schuh.
54	$16\frac{802}{1000}$ Fallraum.

Die Rechnung bringt $14\frac{1}{1000}$ Schuh zum Vorschein. So weit wird also die Kugel in der ersten Sekunde kommen.

31. Fr. Muß denn eben die ganze Länge und die ganze Höhe der schiefen Fläche bekannt seyn, um den Fallraum (eigentlich Rollraum) der ersten Sekunde bestimmen zu können?

Antw. Gar nicht; denn die schiefe Fläche kann ja beym nämlichen Neigungswinkel nach Belieben verlängert oder verkürzt werden, und der entsprechende Fallraum der ersten Sekunde bleibt immer der nämliche. Es ist demnach genug die Steigerung zu wissen, die auf eine Klafter der Länge trifft. Mit andern Worten heißt dieß so viel, als die senkrechte Linie zu kennen, welche nach 6 Schuhen der Länge bis auf die Grundlinie hinabgefällt wird. Denn diese senkrechte Linie hängt von der Länge und Höhe der geneigten Ebne zugleich ab. Ich kann nämlich im obigen Exempel fragen: Wie groß ist die Steigerung für 6 Schuh, wenn sie für 54 Schuh genau 45 Schuh ist.

Steig.?	6 Schuh.
54	54 Sch. Steig.
	Antw. 5 Sch.

Will

Will man nun den entsprechenden Fallraum für 5 Schuh Steigerung auf 6 Schuh Länge bestimmen, so kömmt die nämliche Antwort heraus,

Fallr. ?	5 Sch.
6	$16\frac{802}{1000}$ Sch. Fallraum.
	Antw. $14\frac{1}{1000}$ Sch.

32. Fr. Was nützt mich aber der Fallraum der ersten Sekunde bey der Berechnung einer schiefen Fläche?

Antw. Sehr viel; denn weiß ich diesen, so kann ich völlig wie beym freyen Fall verfahren. Wollte ich z. B. wissen, wie lang die Kugel brauchen wird, bis sie über die ganze Fläche von 54 Schuh herabkömmt. Ich darf also nur den Raum 54 durch die Zahl $14\frac{1}{1000}$ dividiren, und aus dem Quotienten die Quadratwurzel ziehen. Bequemlichkeits halber verwirf ich den unbedeutenden Bruch $\frac{1}{1000}$, und lasse 14 in 54 4mal gehen; weil der Divident nur um 2 größer seyn dürfte, um dieß sagen zu können, so bekomme ich 2 zur Quadratwurzel, und die Antwort lautet, daß die Kugel nicht gar volle 2 Sekunden brauche, um über die ganze schiefe Ebne herab zu rollen.

Aufgabe. Eine gutgebahnte Bergabhänge zählt 4 Schuh 2 Zoll Steigerung auf die Klafter, und mißt 518 Schuh Länge. Wie groß ist die Endesgeschwindigkeit, die ein bepackter Schlitten, der zu oberst freygelassen wird, am Fuß des Berges überkömmt?

Auflös. Man suche vor allen die Zeit, welche der Schlitten über diese schiefe Ebne herabbraucht, und dividire damit in den doppelten Raum, d. i. in die doppelte Länge der Fläche, welche 1036 Schuh beträgt. Dazu ist aber erforderlich, den Fallraum der ersten Sekunde zu kennen. Daher spreche man:

Sch. Fallr.?	$4\frac{1}{6}$ Sch.
6	$16\frac{802}{1000}$ Sch. Fallraum.
	Antw. $11\frac{2}{3}$ Sch. Fallraum.

Man erhält nun die Zeit, wenn mit dem Fallraum in den einfachen Raum 518 Schuh dividirt, und aus dem Quotienten die Wurzel ausgezogen wird.

$518 : 11\frac{2}{3} = \frac{518}{1} : \frac{35}{3} = \frac{518}{1} \times \frac{3}{35} = \frac{1554}{35} = 44\frac{4}{10}$.

$\sqrt{44\frac{40}{100}} = 6\frac{7}{10}$ allernächstens.

$1036 : 6\frac{7}{10} = 1036 : \frac{67}{10} = \frac{1036}{1} \times \frac{10}{67} = \frac{10360}{67} = 154\frac{2}{3}$ sehr nahe.

Der Schlitten hat demnach bis zum Fusse des Berges eine solche Eroberung der Geschwindigkeit gemacht, daß er jetzt im Stande ist, auf der Ebne jede Sekunde $154\frac{2}{3}$ Schuh zu hinterlegen.

Zur Uebung.

Um ein Baugerüst zu ersteigen, wird eine schiefe Fläche angelegt, die sich mit jeder Klafter um einen Schuh vom Boden emporhebt. Eine Kugel braucht $3\frac{1}{2}$ Sekunde, um darüber hinweg zu rollen. Wie lang ist wohl diese schiefe Fläche?

Sechster

Sechster Abschnitt.

Von der einfachen und zusammengesetzten Bewegung.

1. Fr. Worin unterscheiden sich diese beyden Bewegungen von einander?

Antw. Obgleich bey der einfachen Bewegung auch mehrere Kräfte auf ein und denselben Körper wirken können, so müssen doch die Richtungen derselben entweder einerley, oder völlig einander entgegengesetzt seyn. Um aber eine zusammengesetzte Bewegung zu haben, ist nothwendig, daß zwey oder mehrere Kräfte unter einem Winkel auf irgend einen Körper wirken.

2. Fr. Welche Bewegung erfolgt, wenn eine einzige Kraft auf den Körper wirkt, und ihn zum Weichen bringt?

Antw. Sie ist unter dieser Bedingung geradlinicht, und zwar nach der Richtung der wirkenden Kraft; denn es ist kein Grund gedenkbar, warum der Körper von der anfänglich eingedrückten Richtung ablenken sollte.

3. Fr. Wornach richtet sich die Größe der Bewegung in derley Fällen?

Antw. Allemal nach der Größe der Kraft, die die Bewegung hervor bringt; oder mit andern Worten: die Größe der Bewegung ist mit der Größe der Ursache proportional. Ein starker Wind wird die Flügel einer Windmühle kräftiger und geschwinder fortstossen, als ein

schwacher Wind. Ein rüstiger Kerl vom Lande wird der Kugel auf der Kegelbahn eine größere Gewalt einpflanzen können, als ein schwächliches Modeherrchen u. s. w.

4. Fr. Wem ist die Größe der Bewegung proportionell, wenn mehrere Kräfte in der nämlichen Richtung auf einen Körper wirken?

Antw. Genau der Summe der Kräfte. Mehr Wasser auf eine Mühle gelassen treibt sie schneller. Hat aber das Rad einmal die Geschwindigkeit des Wassers erreicht, dann kann ein größerer Mühlstein eingehangen werden, und die Wirkung steht eben darum wieder mit der Menge des Wassers in Proportion.

5. Fr. Welches Gesetz der Bewegung hat dann statt, wenn zwey Kräfte (oder auch mehrere) nach völlig einander entgegengesetzten Richtungen wirken?

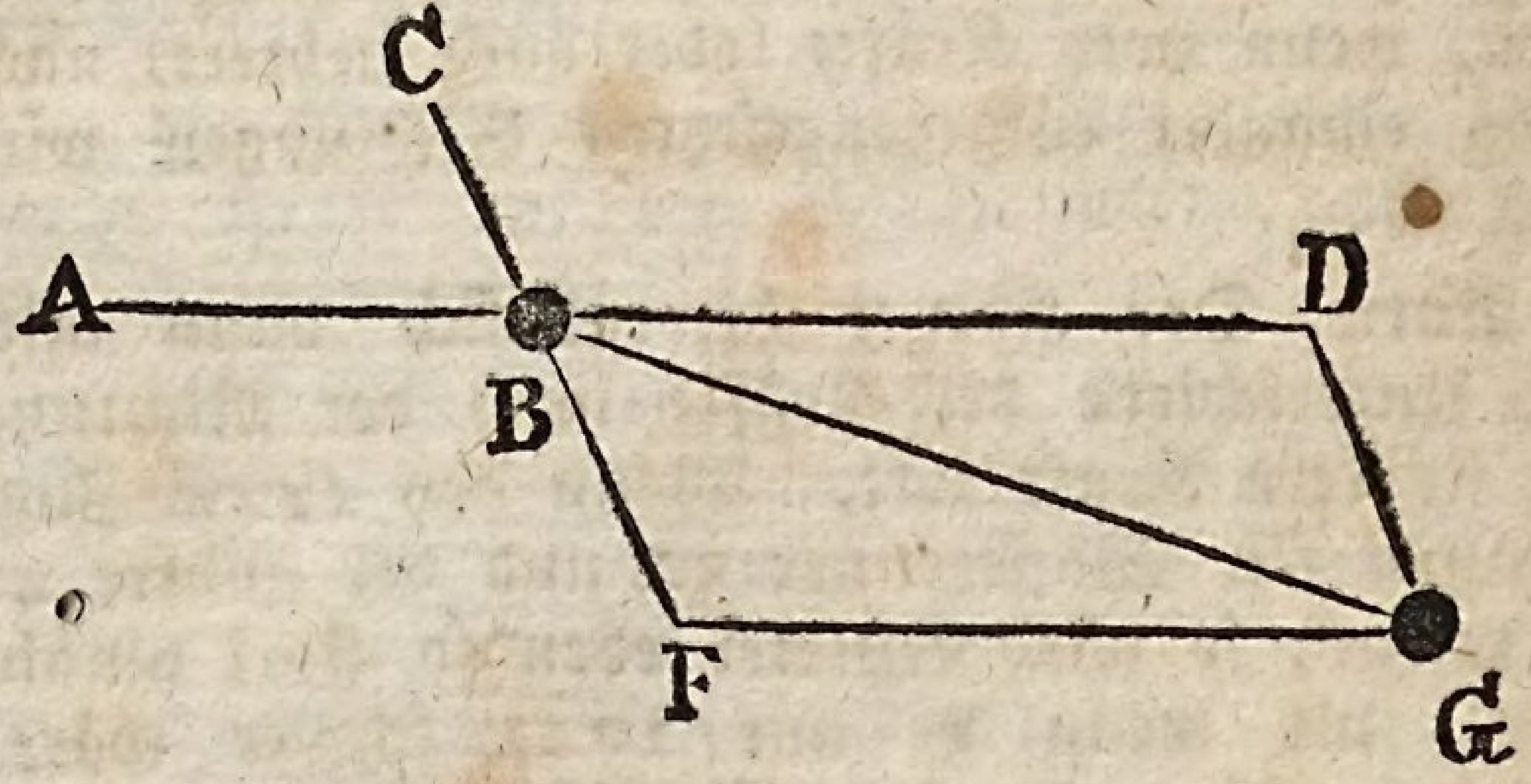
Antw. Der Körper bewegt sich dann mit dem Unterschiede der Kräfte nach der Richtung der stärkern Kraft fort. Wenn bey einem Zugbrunnen ein Wassereimer 30 und der andere 40 tt. wiegt, so wird letzterer eben so stark hinabeilen, als wenn er nur 10 tt. schwer wäre, und der erstere gar kein Gewicht hätte.

6. Fr. Welchen Weg macht ein Körper, der von zwey gleichförmig wirkenden Kräften unter einen Winkel zur Bewegung gebracht wird?

Antw. Der Körper beschreibt die Diagonallinie eines Parallelograms, wozu die Kräfte, als Schenkel des Winkels betrachtet, die Seiten hergeben.

7. Fr. Wie läßt sich diese Behauptung erweisen?

Antw. Ungefähr auf nachfolgende Art. — Linien sind vorzüglich geschickt, Bewegungskräfte zu versinnlichen. Denn jede solche Kraft hat die zwey Merkmale, Größe und Richtung mit der Linie gemein. Es bedeute nun hier die Linie A B eine Kraft, welche im Stande ist, den Körper bey B durch einen Stoß in einer gewissen Zeit, etwa in einer Sekunde, bis D fortzustossen; so daß die Wirkung F D = der Ursache A B wird. Im nämlichen Nu stosse auch die Kraft C B auf den Körper, so daß er in einer Sekunde bis F käme. Der Körper

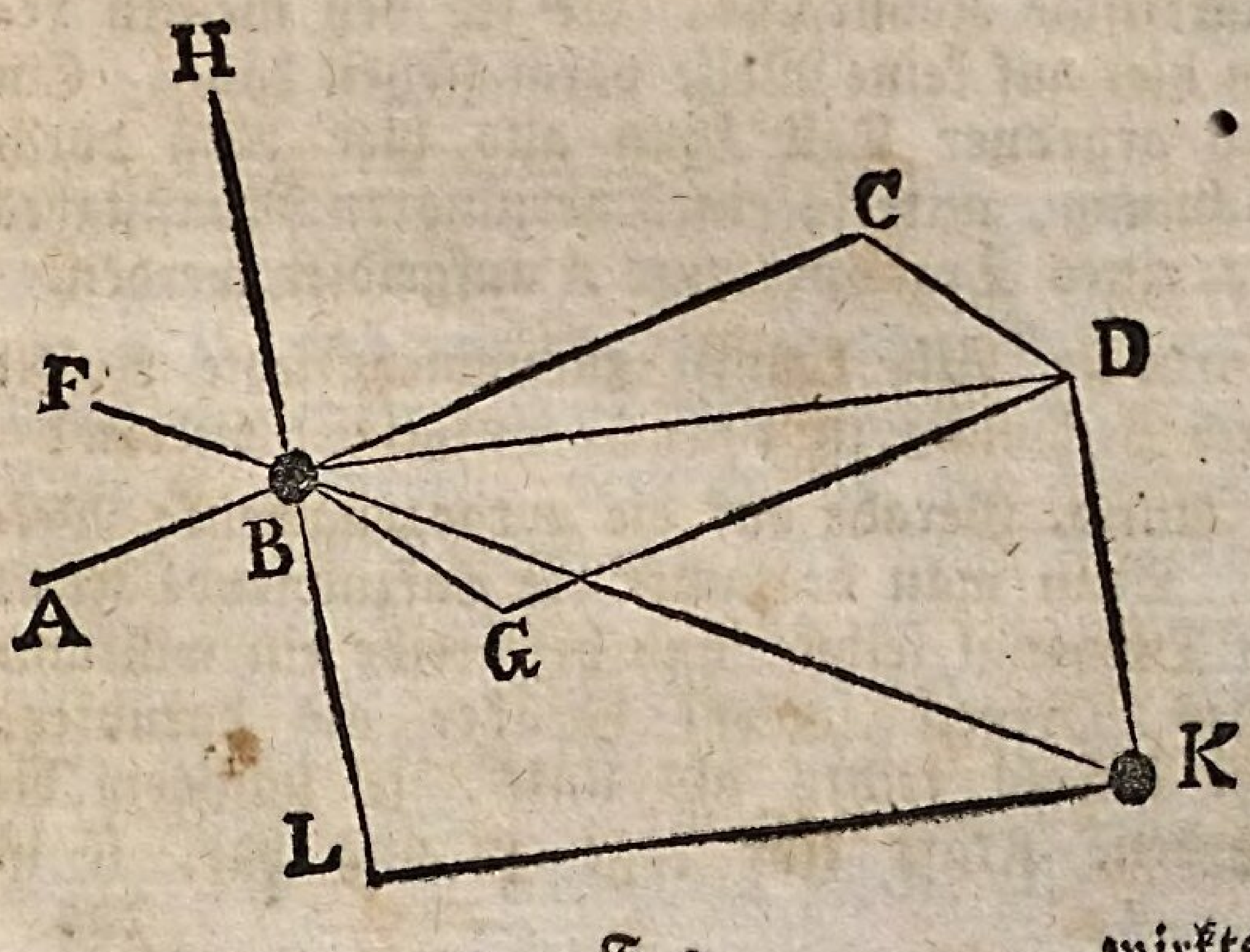


kann nun nicht zu gleicher Zeit in D und F anlangen. Er muß demnach einen Mittelweg ergreifen, der der Richtung der größern Kraft näher als der der kleinern liegt Diese Eigenschaft hat aber bekanntlich die Diagonallinie eines Parallelograms. Folglich ist obige Behauptung erwiesen. Dieß bekräftigt auch nebenher noch die Erfahrung, welche man mit künstlichen Vorrichtungen bemeldter Art macht.

8. Fr.

8. Fr. Wie ist aber die Sache zu nehmen, wenn mehrere gleichförmig bewegende Kräfte auf einen Körper unter mehrern Winkeln wirken?

Antw. Auch hier kann Rath geschafft werden, um dem wahren Wege des Körpers auf die Spur zu kommen. Denn man nehme zuerst nur zwey Kräfte an, und zwar die nächsten beßten; so kann ihre Wirkung als die entsprechende Diagonal vorgestellt werden. Diese Diagonal verbinde mau mit der Wirkung einer andern Kraft zu einem neuen Parallelograme, so erhält man auch eine neue Diagonal u. s. w. Die letzte Diagonal ist der eigentliche Weg, den der Körper zu nehmen gezwungen ist. Gesetzt, es stossen in beygegebner Figur die 3 Kräfte A B, F B und H B auf einen Körper bey B, so würden ihn die ersten beyden vermög obiger bewiesenen Behauptung bis D bringen. Nun brächte ihn aber die dritte Kraft H B, wenn sie allein



 wirkte

wirkte, in der nämlichen Zeit bis L. Allein der Körper kann unmöglich zugleich nach D und L kommen. Daher muß ein neues Parallelogram gemacht werden, und die Diagonal zeigt den wahren Weg nach K aus Wären noch einige Kräfte übrig, so würden auf ähnliche Art neue Parallelograme und neue Diagonalen entstehen. Die letzte ist natürlich die geltende.

9. Fr. Kann hier aus zwey gegebnen Kräften und aus dem gegebnen Winkel, unter welchem sie gleichförmig bewegend auf einen Körper wirken, die Länge der Diagonallinie nicht berechnet werden?

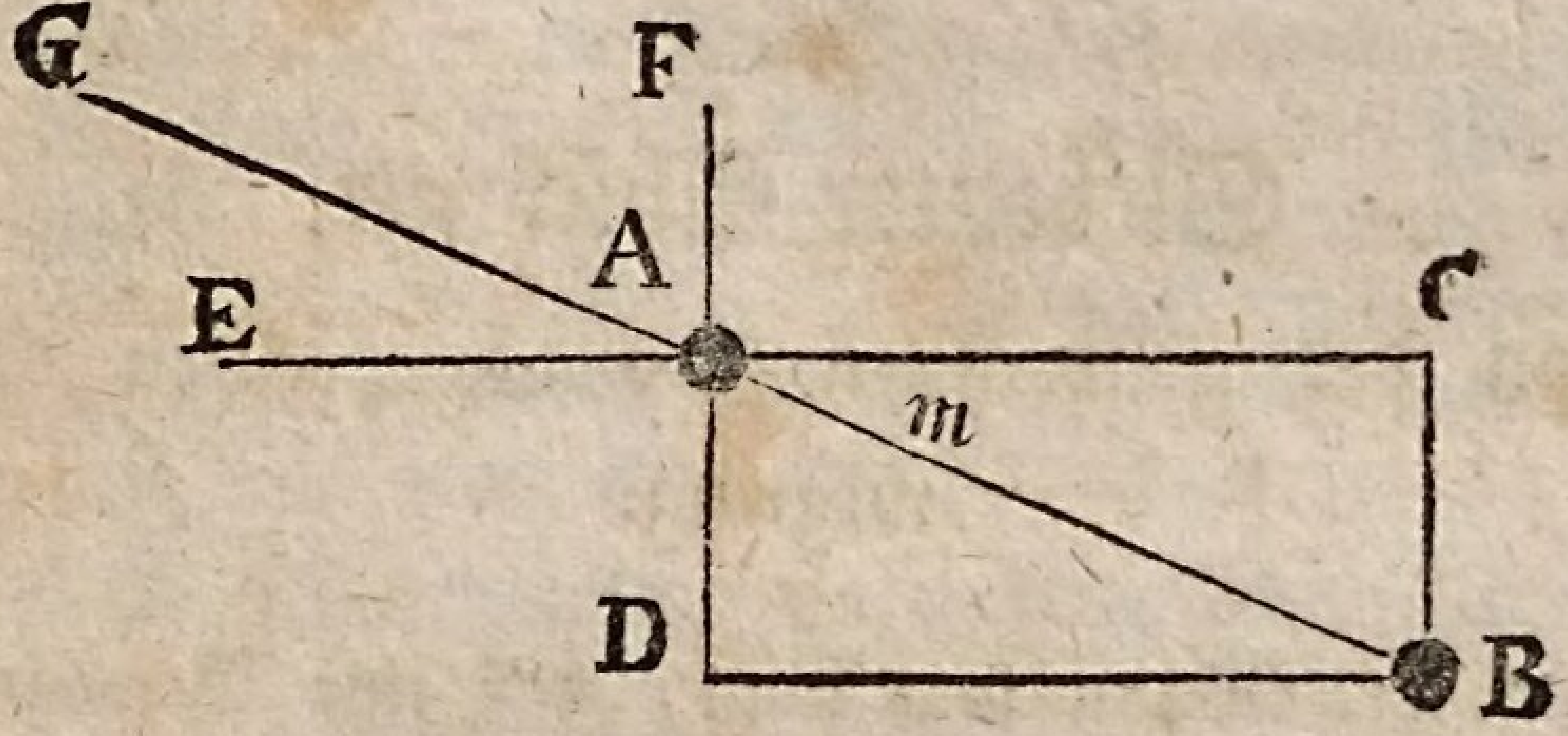
Antw. Nicht allein die Länge der Diagonallinie, sondern auch der Winkel, welcher die Abweichung von einer der beyden Kräfte angiebt, läßt sich durch Rechnung bestimmen, wie dieß in meiner auf Naturlehre angewandten Mathematik umständlich auseinander gesetzt wird; allein der Kalkul fordert zu viele trigonometrische Kenntnisse, die ich bey meinen Lesern hier auf keine Weise voraussetzen kann. Ein solch gegebner Fall kann also hier bloß durch Zeichnung, mittels eines verjüngten Maaßstabes und eines Transporteurs, aufgelöset werden.

10. Fr. Wie können zusammengesetzte Kräfte durch Zeichnung in einfache aufgelöset werden?

Antw. Gerade auf die entgegengesetzte Weise. Denn man betrachte die aufzulösende Kraft als Diagonal selbst, und beschreibe ein willkührliches Dreyeck sowohl darüber als darunter, oder sowohl rechts als links, je nachdem die gegebene Kraft eine Lage zu uns hat, so ist

das

das Parallelogram fertig, und die Theilkräfte können sogleich ausgezeigt werden. Ist eine Theilkraft nebst dem Winkel gegeben, dann wird das Dreyeck eine bestimmte Gestalt bekommen; folglich auch die andere Theilkraft bestimmt ausfallen. Es ist dann verstattet, diese Kräfte auch rückwärts zu verlängern, je nachdem sie ziehend oder schiebend angenommen werden. Gesetzt es sey in vorliegender Figur die zusammengesetzte Kraft A B gegeben: man soll sie so in zwey Kräfte zerlegen, daß die eine von der Länge A C um dem Winkel m abweicht.



Man setze demnach mit Hilfe des Transporteurs die gegebene Linie A C unter dem Winkel m an A B, und verbinde die Endpunkte C und B durch eine andere Linie miteinander, so wird ein Dreyeck entstehen, welches sich gar leicht auch auf der andern Seite der Linie A B verzeichnen läßt, Werden nun die drey Linien rückwärts bis E, F und G verlängert; so wird es in Rücksicht der Wirkung einerley seyn, ob die Kraft A G allein, oder A E und A F miteinander den Körper bey A in Bewegung setzen. Um sich die

Sache

Sache so viel als möglich zu versinnlichen, stelle man sich vor, es stossen zwey Billardspieler zugleich auf eine Kugel. Einer stosse nach der Richtung E A so stark, daß die Kugel mit dieser Kraft allein in einer Sekunde den Weg A C zurück legen würde. Der andere stosse nach der Richtung F A etwas schwächer, so daß sie in der nämlichen Zeit nur bis D käme. Es ist nun nichts natürlichers, als daß die Kugel nach beyden vereinigten Stössen in einer Sekunde bis B forteilt.

Siebenter Abschnitt.

Von der gebrochnen und abgeprellten Bewegung.

1. Fr. Wann sagt man, daß eine Bewegung gebrochen sey?

Antw. Wenn der bewegte Körper beym Uebergange von einem Mittel ins andere seine Richtung ändert.

2. Fr. Was will hier der Ausdruck Mittel andeuten?

Antw. Unter Mittel versteht man hier jenen Körper, in welchen die Bewegung geschieht. So bewegen sich einige Thiere in der Luft andere im Wasser. Wasser und Luft sind also das Mittel, wo diese Bewegung vorgeht.

3. Fr.

3. Fr. Welche Begriffe müssen noch vorher erörtert werden, ehe sich mit Grund etwas über die gebrochne Bewegung sagen läßt?

Antw. Die Begriffe von Einfallslothe, Einfallswinkel und Brechungswinkel.

4. Fr. Was muß man sich bey dem Worte Einfallslothe denken?

Antw. Eine senkrechte Linie, die auf der Gränzfläche beyder Mittel an jenem Punkt in Gedanken errichtet wird, wo der Uebergang des Körpers von einem Mittel zum andern vor sich geht. Es werde z. B. in einer schiefen Richtung in einen Fluß oder Teich geschossen Gerade nun an jenen Punkt des Wasserspiegels, wo die Kugel die Luft verläßt, und ins Wasser übergeht, wird ein Perpendikel oder Lothe auf der Wasserfläche errichtet, und nach Erforderniß auch rückwärts durch die flüssige Masse verlängert, so hat man eine Einfallslothe.

5. Fr. Was versteht man unter Einfallswinkel?

Antw. Nichts anders als den Winkel, welchen die Bahn des Körpers im ersten Mittel mit der Einfallslothe macht.

6. F. Was endlich unter Brechungswinkel?

Antw. Sehr natürlich den Winkel, welchen die neue Bahn im zweyten Mittel mit der verlängerten Einfallslothe bildet.

7. Fr. Welches Gesetz beobachtet ein kugelförmiger Körper beym senkrechten Uebergang von

einem

einem dünnern Mittel in ein dichters, z. B. von Luft in Wasser?

Antw. Er behält seine vorige Richtung im dichtern Mittel zwar bey, weil die Theile der Kugel auf allen Seiten gleichförmig eindringen, folglich auch einen gleichförmigen Widerstand leisten; aber eben wegen diesem Widerstand wird seine Geschwindigkeit geschwächt.

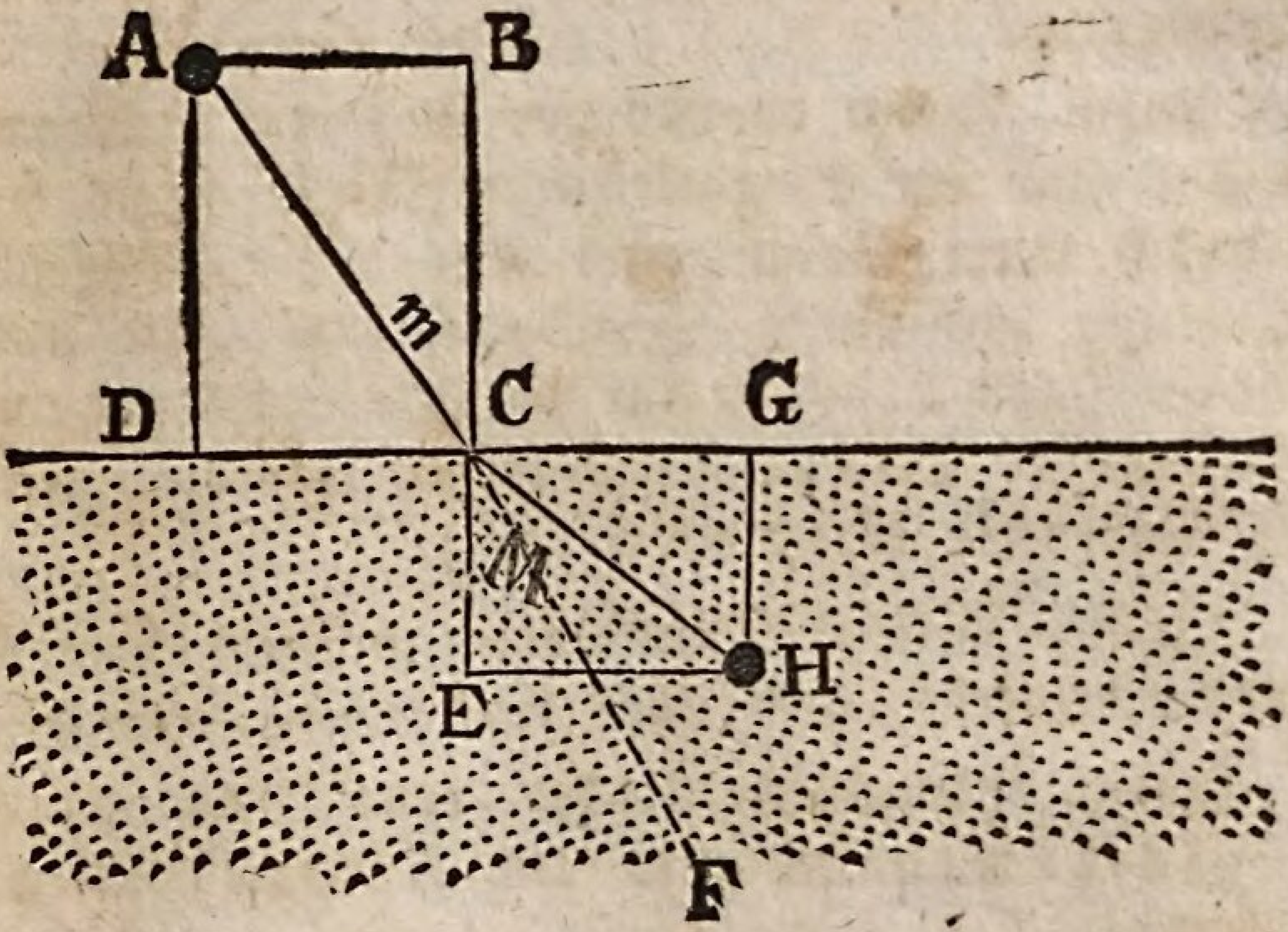
8. Fr. Was erfolgt, wenn ein Körper von einem dichten Mittel in ein dünners übergeht?

Antw. Auch hier bleibt seine Richtung ungeändert; aber die Geschwindigkeit wird aus entgegengesetzten Grunde verstärkt.

9. Fr. Was läßt sich behaupten, wenn ein Körper von einem dünnern Mittel in ein dichters schief übergeht, z. B. wenn in ein Wasser schräge geschossen wird?

Antw. Die Bahn wird von der Lothe abgelenkt oder weggebrochen. Der Beweis davon ist kurz dieser: Man löse die schiefwirkende Kraft in zwey andere auf, wovon die eine lothrecht auf das Wasser, und die andere parallel mit demselben wirkt, und habe Acht, was jeder der beyden Kräfte wiederfährt, wenn der bewegte Körper von dem einen Mittel ins andere übergeht. Nur der Lichtstrahl, wie wir seiner Zeit in der Optik hören werden, nimmt sich von diesem Gesetze aus, und befolgt das Gegentheil, das heißt, er lenkt bey einem solchen Uebergange der verlängerten Einfallslothe zu.

Hier



Hier stelle A C die schiefe Kraft vor. Die Auflösung giebt die Perpendikular= oder Normalkraft B C, und die Parallelkraft D C. Es ist hier ganz einerley, ob die erste Kraft allein, oder ob die beyden letzten miteinander auf den Körper wirken, wenn er an der Wasserfläche bey C angelangt ist. Allein die Kraft B C verliert an seiner Geschwindigkeit. Sie wird in der nämlichen Zeit nur von C bis E kommen, während sie zuvor die Linie B C durchwandert hat. Die Kraft D C hingegegen bleibt sich selbst gleich. Schließt man nun das Parallelogram C G H E, so wird die neue Bahn des Körpers C H offenbar von der vorigen Richtung A E, und eben darum auch von der Lothe abgelenkt oder abgebrochen seyn. Der Brechungswikel M ist also etwas größer als der Einfallswinkel m.

10. Fr. Wann hat man eine abgeprellte Bewegung?

Antw. Wenn der Körper in seiner Bewegung so auf eine im Weg stehende Fläche stößt, daß dadurch seine Bahn eine Art entgegengesetzter Richtung annimmt. Flache Steine, die unter sehr spitzigen Winkeln auf den Wasserspiegel eines Flusses oder Teiches hingeworfen werden, gelten als Beyspiele dieser Bewegung.

11. Fr. Welche Kunstwörter müssen hier besonders gemerkt, und auch verstanden werden?

Antw. Ebenfalls wieder eine Lothe, ein Einfallswinkel und ein Abprellungswinkel.

12. Fr. Was versteht man denn hier unter Lothe?

Antw. Eine Perpendikulärlinie, die auf jenen Punkt der Fläche errichtet wird, wo der Körper auf der Fläche aufstößt.

13. Fr. Welcher Winkel wird als Einfallswinkel angesehen?

Antw. Jener Winkel, den die Bahn des Körpers vor dem Aufstoß mit der errichteten Lothe macht.

14. Fr. Und was ist der Abprellungswinkel?

Antw. Der Winkel, den die abgeänderte Bahn des Körpers mit der Lothe auf der andern Seite macht.

15. Fr. Sind alle Physiker in der Bestimmung dieser Kunstwörter einig?

Antw.

Antw. Nicht so ganz; denn einige nehmen gar keine Lothe an, und heißen jenen Winkel, den die Körperbahn vor dem Aufstoße mit der Fläche macht, den Einfallswinkel. Eine ähnliche Erklärung sind sie dann auch dem Abprellungswinkel zu geben gezwungen.

16. Fr. Verstößt dieß im Ganzen etwas?

Antw. Nicht im geringsten. Nur muß man seinem Systeme, das man einmal angenommen hat, getreu bleiben, und nicht beyde miteinander vermengen.

17. Fr. Welches Gesetz befolgt eine vollkommen elastische Kugel, wenn sie auf eine harte Fläche senkrecht auffällt, oder gegen eine solche Fläche in senkrechter Richtung geworfen wird?

Antw. Sie springt in der nämlichen Richtung, und mit der nämlichen Geschwindigkeit wieder zurück.

18. Fr. Worin liegt der zureichende Grund dieses Gesetzes?

Antw. In der Natur der Schnellkraft (Elastizität) selbst, gemäß welcher die Figurherstellung in einer Richtung geschieht, die der entgegengesetzt ist, in welcher der Körper seine Figur verloren hat, und zwar mit einer Gewalt, mit der sie ihm geraubt worden.

19. Fr. Welche Einschränkung greift bey diesem Gesetze Platz?

Antw. Diese, daß die Herstellung der Figur nie vollkommen geschieht; weil es keine vollkommen elastische Körper giebt. Folglich wird

auch

auch der Körper nie eine solche Geschwindigkeit erhalten, als er zuvor gehabt hat.

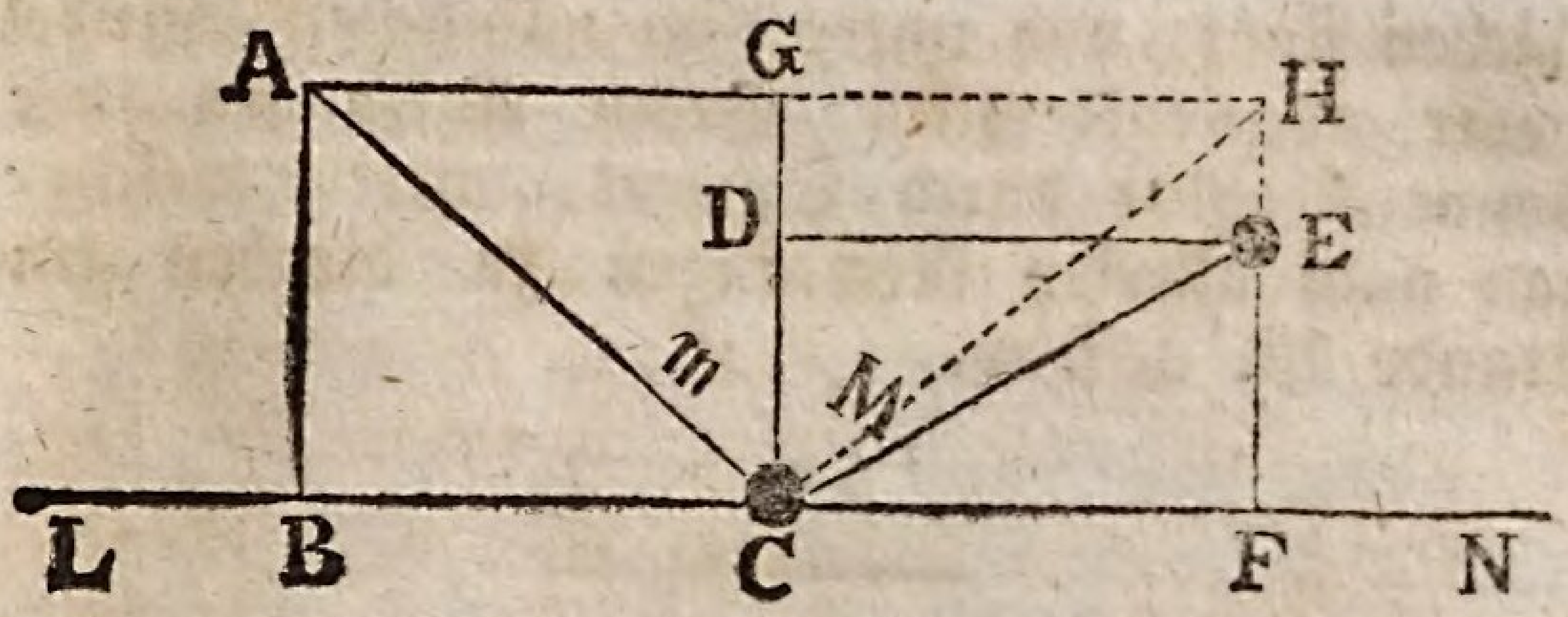
20. Fr. Wie verhält sich die Sache, wenn der Körper, z. B. eine Kugel, schief, d. i. unter einem spitzigen Winkel auf die Fläche hinstößt?

Antw. Dann wird der Abprellungswinkel beynahe so groß seyn als der Einfallswinkel.

21. Fr. Wie kann diese Behauptung einigermaßen erwiesen werden?

Antw. Man löse die schiefe Kraft wieder in zwey andere auf, nämlich in eine senkrecht wirkende, und in eine parallel mit der Fläche wirkende. Man habe zugleich Acht, welches Loos jeder zu Theil wird, wenn sie jenen Punkt erreichen, wo die Kugel die Fläche berührt. Es wird sich aufs deutlichste zeigen, daß die Parallelkraft nicht die geringste Aenderung erleidet, während die Normalkraft, oder die senkrecht wirkende gemäß dem obigen Gesetze beynahe ganz zurück wirkt. Man drücke diese beyden Wirkungen wieder durch neue Linien aus, schließe das Parallelogram, und ziehe die Diagonal, so wird man von der Richtigkeit der Behauptung überzeugt seyn.

Gesetzt eine elfenbeinerne Kugel werde nach der schiefen Richtung A C auf die harte Fläche L N hingeworfen. Man kann auch annehmen, die Kugel sey hart und die Fläche elastisch, oder auch, es seyen beyde elastisch.



Die Auflösung giebt die beyden Kräfte B C und G C. Die Kraft B C bringt die Wirkung C F = B C hervor; aber G C wird die Kugel wegen der Unvollkommenheit der Schnellkraft nur bis D zurückspringen machen. Da nun die Kugel nicht zugleich in D und F seyn kann, so wird sie nach E kommen, und der Abprellungswinkel M wird offenbar etwas größer als der Einfallswinkel m werden.

22. Fr. Wo findet die Lehre von der abgeprellten Bewegung ihre Anwendung?

Antw. Bey einer Menge von Gegenständen, z. B. beym Billardspiel, wo die Ballen unter spitzigen und rechten Winkeln gegen die Wände des Billards gespielt werden. Die Erfahrung beweiset die Thatsache gurchgängig, daß der Ball im ersten Falle unter dem nämlichen Winkel abprellt, und im zweyten, daß er in der nämlichen Linie wieder zurückspringt. Beym Scheibenschießen über einen Teich, wo auf den Wasserspiegel hingezielt, und doch die Scheibe getroffen wird. Bey Kanonenkugeln, welche mehrmal nacheinander auf der Erde aufgellen, um ihren Weg weiter fortzusetzen. Beym Widerhall (Echo), wenn nämlich der Schall auf harte

Flä=

Flächen stößt, und unter dem nämlichen Winkel wieder abgelenkt wird. Beym Auffangen der Sonnenstrahlen durch Spiegel, mittels welcher man nach allerley Richtungen zu blenden im Stande ist. u. s. w.

Achter Abschnitt.

Vom Stosse der Körper.

1. Fr. Wann sagt man, daß Körper einander stossen?

Antw. Wenn Körper in ihrer Bewegung einander einholen, oder einander in den Weg treten; dann heißt es, daß sie einander stossen.

2. Fr. Welche Umstände machen die Untersuchung über den Stoß leicht?

Antw. Wenn man annehmen darf, daß beyde Körper fest und rund sind, daß die Bewegung ohne Reibung, gleichförmig und geradlinigt sey, und daß die Mittelpunkte der Körper in ein und derselben Richtungslinie liegen, oder was eins ist, daß der Stoß zentral sey.

3. Fr. Wie wird der Stoß abgetheilt?

Antw. Er verstattet zweyerley Abtheilungen, je nachdem derselbe berücksichtigt wird. Sieht man auf die Körper selbst, so zerfällt der Stoß in den der elastischen und unelastischen Körper: sieht man hingegen bloß auf die Geschwindigkeit und Richtung, dann kann die Kugel welche den Stoß empfängt, entweder langsamer

mer vorausgehen, oder ganz ruhen, oder auch der stossenden Kugel entgegen eilen. In den ersten beyden Fällen hat man Aufstoß, und im letztern Gegenstoß.

4. Fr. Was geht beym Aufstosse unelastischer in Rücksicht der Größe der Bewegung vor?

Antw. Sie wird im Ganzen genommen nicht vermindert, sondern nur die Geschwindigkeit anders vertheilt, das heißt, so ausgeglichen, daß der langsamere oder ruhende Körper für den andern keine Hinderniß mehr ist.

5. Fr. Wie kann diese Behauptung einigermaßen gerechtfertigt werden?

Antw. Bekanntlich hängt die Größe der Bewegung von zwey Dingen ab, nämlich von der Masse der bewegten Körper, und von ihrer Geschwindigkeit. Es ist ausgemacht, daß die Masse nach dem Stosse beyderseits unverändert bleibt; folglich darf die Untersuchung bloß auf die Geschwindigkeit gerichtet seyn. — Höbe sich im Ganzen etwas von der Geschwindigkeit in beyden Körpern auf, so müßte zwischen ihnen eine Art Gegenwirkung im Spiel seyn. Allein weder die Bewegung des langsamern nach einerley Richtung, noch dessen völlige Ruh ist von der Beschaffenheit, daß sie gegen den andern Körper wirken könnte. Die Trägheit ist es allein, dem die Schuld eines Hindernisses aufgebürdet werden kann. Diese Trägheit vermag aber auf keine Weise zu wirken, sondern beweist sich ihrer Natur nach vielmehr leidend, und eben darum empfänglich, gerade so viel Geschwindigkeit anzunehmen, als vonnöthen ist, um dem andern Körper nicht weiter mehr hinderlich zu seyn. Denn

mehr

mehr Geschwindigkeit anzunehmen wäre kein Grund vorhanden, und nähme er weniger an, so müßte er von neuem gestossen werden. Folglich findet man die Geschwindigkeit nach dem Aufstosse in beyden Kugeln gleich vertheilt.

6. Fr. Wie kann die gemeinschaftliche Geschwindigkeit zweyer Kugeln nach dem Aufstosse bestimmt werden?

Antw. Da die Größe der Bewegung durch ein Produkt aus Gewicht und Geschwindigkeit des bewegten Körpers vorgestellt wird, so ist nichts leichters, als aus der Größe der Bewegung und aus einem Faktor dieses Produkts den andern Faktor durch die Division zu bestimmen. Wenn man demnach von zweyen Kugeln, die aus einer unelastischen (eigentlich wenig elastischen) Materie z. B. aus Thon, Bley u. d. gl. geformt sind, die einzelnen Geschwindigkeiten und Gewichter kennt, so weiß man auch die gesammte Größe ihrer Bewegung. Diese durch die Summe der Gewichter getheilt, giebt sehr natürlich die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Aufstosse.

Ein Exempel über das Gesagte.

Eine Bleykugel von $5\frac{1}{2}$ Loth bewegt sich mit einer Geschwindigkeit fort von 5 Schuhen auf die Sekunde. Sie wird von einer andern Bleykugel eingeholt, die 6 Loth schwer, und jede Sekunde $7\frac{1}{4}$ Schuh zurücklegt. Mit welcher Geschwindigkeit werden sich beyde nach dem Aufstosse noch fortbewegen?

Auf-

Auflös. Die Größe der Bewegung der vorangehenden Kugel ist $5\frac{1}{2} \times 4 = \frac{11}{2} \times 4 = \frac{44}{2} = 22$. Die der nachsetzenden hingegen $6 \times 7\frac{1}{4} = 6 \times \frac{29}{4} = \frac{174}{4} = 43\frac{1}{2}$. Ihre Summe beträgt $22 + 43\frac{1}{2} = 65\frac{1}{2}$. Da nun die Summe der Gewichter $5\frac{1}{2} + 6 = 11\frac{1}{2}$ Loth ausmacht, so giebt die Division $65\frac{1}{2} : 11\frac{1}{2} = \frac{131}{2} : \frac{23}{2} = \frac{131}{23} = 5\frac{16}{23}$ Schuh gemeinschaftliche Geschwindigkeit auf die Sekunde nach dem Aufstosse.

Zur Uebung.

Eine Kugel von getrocknetem Thone wird auf einer glatten Fläche mit einer Geschwindigkeit vorangeschickt, daß sie jede Sekunde (wenigst eine Zeitlang) 5 Schuhe zurücklegt. Ihr Gewicht hat $14\frac{3}{4}$ Loth. Sie wird aber sehr bald von einer andern Kugel eingeholt, die $16\frac{5}{8}$ schwer ist, und jede Sekunde 9 Schuh macht. Wie groß wird wohl ihre gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stosse seyn?

7. Fr. Wie kann man sich handgreiflich überzeugen, daß die Größe der Bewegung beym Aufstosse im Ganzen nicht geändert wird?

Man darf nur bey dem so eben gerechneten Beyspiele untersuchen, ob die Größe der Bewegung in beyden Körpern noch nach dem Stosse die nämliche wie vor dem Stosse ist. Vordem war sie bekanntlich $65\frac{1}{2}$. Da nun die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stosse $5\frac{16}{23}$ Schuh beträgt, so muß dieselbe mit dem Ge-

wicht jeder Kugel multiplizirt werden. Man erhält bey der erstern $5\frac{1}{2} \times 5\frac{16}{23} = \frac{11}{2} \times \frac{131}{23} = \frac{1441}{46} = 31\frac{15}{46}$, und bey der zweyten $6 \times \frac{131}{23} = \frac{786}{23} = 34\frac{4}{23}$.

Addirt man diese beyden Produkte, so erscheint ebenfalls $65\frac{1}{2}$; denn die beyden Brüche $\frac{15}{46} \times \frac{4}{23}$ können auch so geschrieben werden $\underbrace{\frac{15}{46} + \frac{8}{46}}_{23}$ $= \frac{23}{46} = \frac{1}{2}$.

8. Fr. Wie kann die gleiche Bewegungsgröße vor und nach dem Aufstosse einigermaßen versinnlicht werden?

Antw. Man bilde sich im angeführten Beyspiel eine kleine hölzerne Leiste ein, die, wenn man in ihrer Mitte $65\frac{1}{2}$ Loth daran hängt, entzwey reißt. Nun werde diese an den zwey Enden horizontal fest gemacht, so daß die beyden Kugeln sie genau in der Mitte treffen können. Langen nun die Kugeln mit den Geschwindigkeiten 4 und $7\frac{1}{4}$ Schuh zu gleicher Zeit bey der Leiste an, so muß sie ebenfalls brechen, und das Nämliche wird sie auch thun, wenn die Kugeln kurz vor der Leiste einander eingeholt, und ihre Geschwindigkeiten ausgeglichen haben.

9. Fr. Wie hat man sich bey der Berechnung zu benehmen, wenn die eingeholte Kugel ehevor geruht hat?

Antw. Die Größe der Bewegung, welche hier nur in der einholenden Kugel gedenkbar ist, muß natürlich auch hier durch die Summe der beyden Gewichter getheilt werden. z. B.

Die

Die ruhende Kugel wiegt 19 Loth. Es werde eine andere von $19\frac{1}{2}$ tt. mit einer Geschwindigkeit von $11\frac{2}{3}$ Schuh zentral auf sie losgeschoben. Mit welcher Geschwindigkeit werden beyde nach dem Aufstosse noch fortgehen?

Auflös. Weil die ruhende Kugel keine Geschwindigkeit haben kann, folglich das Produkt aus dem Gewicht in die Geschwindigkeit eben darum $= 0$ seyn muß; so ist die gesammte Größe der Bewegung vor dem Aufstosse $15\frac{1}{2} \times 11\frac{2}{3} = \frac{31}{2} \times \frac{35}{3} = \frac{1085}{6} = 180\frac{5}{6}$. Dieß durch die Summe der Gewichter $19 + 15\frac{1}{2} = 34\frac{1}{2}$ dividirt, giebt $180\frac{5}{6} : 34\frac{1}{2} = \frac{1085}{6} : \frac{69}{4} = \frac{1085}{6} \times \frac{2}{69} = \frac{2170}{414} = 5\frac{50}{207}$ Schuh.

10. Fr. Was geht aber dann vor, wenn ein unelastischer Körper in seiner vollen Bewegung auf einen relativ unbeweglichen, ebenfalls unelastischen, Körper stößt, z. B. auf eine Mauer, Felsen u. d. gl.?

Antw. Die Bewegung geht in solchen Fällen plötzlich in Ruhe über; denn so ein Körper steht mit der Erdkugel selbst in Verbindung. Folglich müßten nach dem Aufstoß beyde Körper mit gemeinschaftlicher Geschwindigkeit noch fortgehen. Da aber die Erdkugel ein Gewicht von mehrern Quatrillionen Pfunden hat, so beträgt diese gemeinschaftliche Geschwindigkeit auf alle Fälle kaum $\frac{1}{1000000000000000000000000}$ Schuh, welche von dem Bestreben der Erde, sich mit andern Weltkörpern im Gleichgewicht zu erhalten, augenblicklich aufgehoben wird.

11. Fr. Wie sieht es aber mit der gemeinschaftlichen Geschwindigkeit zweyer unelastischen Kugeln nach dem Gegenstosse aus, wenn sich nämlich diese beyden Körper gegeneinander bewegen?

Antw. Da hier die Bewegungen zweyer Körper schnurgerade gegeneinander gerichtet sind, so muß nothwendig die kleinere Bewegung vernichtet werden, woraus hervorgeht, daß beyde Körper in der Folge, nach der Richtung des stärker bewegten, mit gemeinschaftlicher Geschwindigkeit ihren Weg fortsetzen. Sind gähling die Bewegungen gleich groß, dann heben sie sich eben darum auf. Alle Versuche, die in dieser Hinsicht angestellt werden, stimmen hierinfalls überein.

Ein Beyspiel zur Beleuchtung.

Zwey unelastische Kugeln, die eine von 12 tt. und die andere von 15 tt. werden gegeneinander gespielt. In dem Augenblicke ihrer Zusammenkunft hatte die erste eine Geschwindigkeit von $7\frac{1}{2}$, und die andere von $6\frac{3}{4}$ Schuh. Wie groß ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Gegenstosse, und nach welcher Richtung setzen beyde Körper die Bewegung fort?

Aufläs. Man untersuche die Größe der Bewegung beyder Kugeln, indem man die Geschwindigkeiten mit den Gewichtern multiplizirt. Der ersten Kugel ist $12 \times 7\frac{1}{2} = 12 \times \frac{15}{2} = \frac{180}{2} = 90$, der zweyten hingegen $15 \times 6\frac{3}{4} = 15 \times \frac{27}{4} = \frac{405}{4} = 101\frac{1}{4}$. Es bleibt also

aus=

ausgemacht, daß sich beyde nach der Richtung des zweyten bewegen, und zwar mit der Größe der Bewegung $101\frac{1}{4} - 90 = 11\frac{1}{4}$. Dividirt man nun mit der Summe der beyden Gewichter $15 + 12 = 27$ darein, so erhält man die unbedeutende Geschwindigkeit $11\frac{1}{4} : 27 = \frac{45}{4} : \frac{27}{1} = \frac{45}{4} \times \frac{1}{27} = \frac{45}{108} = \frac{5}{12}$ Schuh, mit welcher noch beyde fortgehen.

12. Fr. Welche Bedingung erleichtert die Rechnung beym Gegenstosse?

Antw. Die Bedingung gleicher Gewichter beyder Kugeln; denn in diesem Falle gehen sie mit der halben Differenz der Geschwindigkeiten nach der Richtung jenes Körpers fort, der die größere Geschwindigkeit besaß. Der Grund ist einleuchtend, weil man jedes der beyden Gewichter wegen der Gleichheit als 1 ansehen kann. Eins multiplizirt aber nicht, und wenn man die beyden Einser zusammen addirt, so giebt die Summe 2 zum Divisor. Um ein Beyspiel zu haben, nehme man an, zwey gleichschwere schnellkraftlose Kugeln bewegen sich mit den Geschwindigkeiten 14 und 17 gegeneinander. Die gemeinschaftliche Geschwindigkeit wird folglich nach dem Stosse noch $\frac{17 - 41}{2} = \frac{3}{4} = 1\frac{1}{2}$ seyn.

13. Fr. Hat diese Erleichterung der Rechnung nicht auch beym Aufstoß statt, wenn die beyden Kugeln gleichgewichtig sind?

Antw. Sehr natürlich; nur mit dem Unterschiede, daß nach dem Aufstoß solcher Kugeln die gemeinschaftliche Geschwindigkeit der halben

Sum-

Summe, und nicht der halben Differenz gleich ist. Die Ursache hievon ist einleuchtend.

14. Fr. Wie betragen sich federharte Kugeln, z. B. elfenbeinerne, beym Aufstosse?

Antw. Die geschwindere, oder die stossende Kugel erleidet zweymal mehr Verlust an ihrer Geschwindigkeit, so wie die langsamere, oder die gestossene Kugel zweymal mehr daran gewinnt, als wenn beyde unelastisch gewesen wären.

15. Fr. Wie muß man sich diese sonderbare Erscheinung zu erklären suchen?

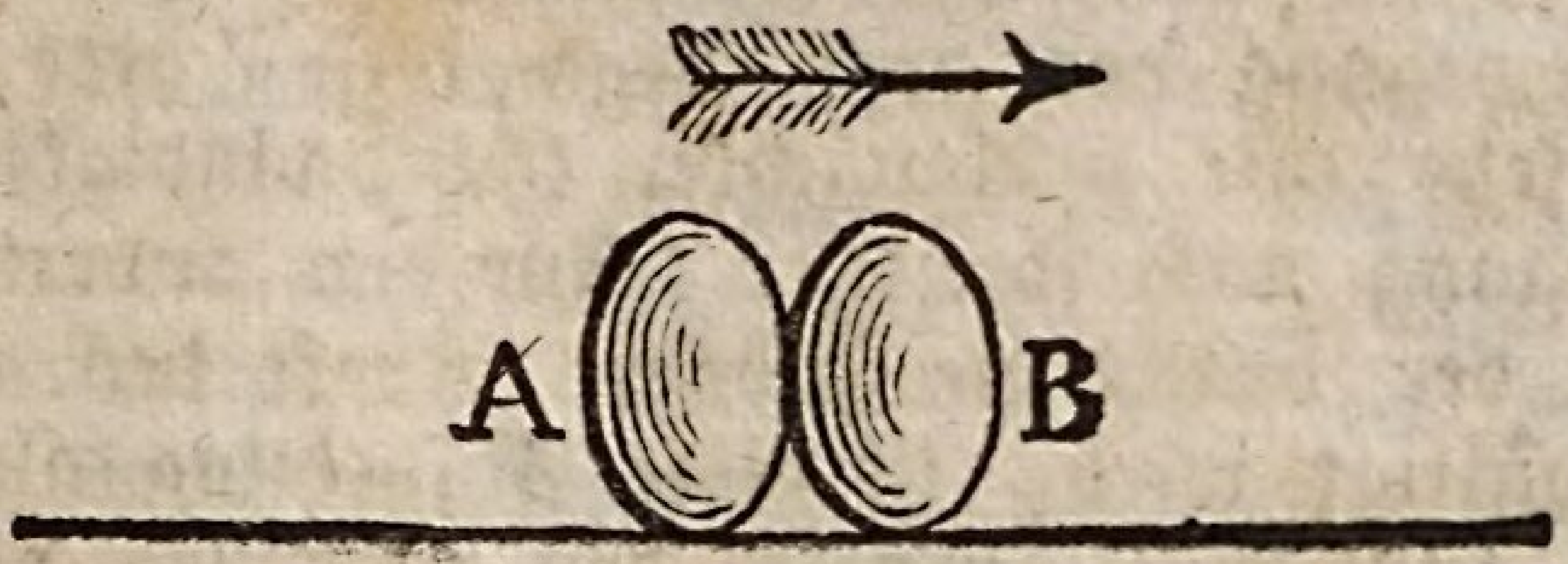
Antw. Ungefähr auf folgende Art: Federharte Körper haben bekanntlich das Eigne an sich, daß sie beym Drücken ihre Figur verlieren, und beym Nachlassen des Drückens sie mit eben der Gewalt wieder herzustellen suchen, mit der sie ihnen geraubt worden ist. Nun werden im Augenblick des Aufstosses die Kugeln in der Gegend der Berührung in etwas zusammengedrückt, und verlieren also ihre runde Figur einigermaßen.

Würden sie ihre Figur nicht mehr herstellen, so müßten sie im zusammengedrückten Zustande nach den Gesetzen unfederharten Körper miteinander fortglitschen. Allein beyde Kugeln dehnen sich gegeneinander aus, und dadurch bekömmt jede von der andern einen neuen Stoß, der überall so groß als der erste Stoß ist, weil er der Veranlassung hiezu angemessen bleiben muß. Daraus geht unvermeidlich hervor, daß sowohl der Gewinn als der Verlurst an Geschwindigkeit doppelt in Anschlag zu bringen sey.

16. Fr.

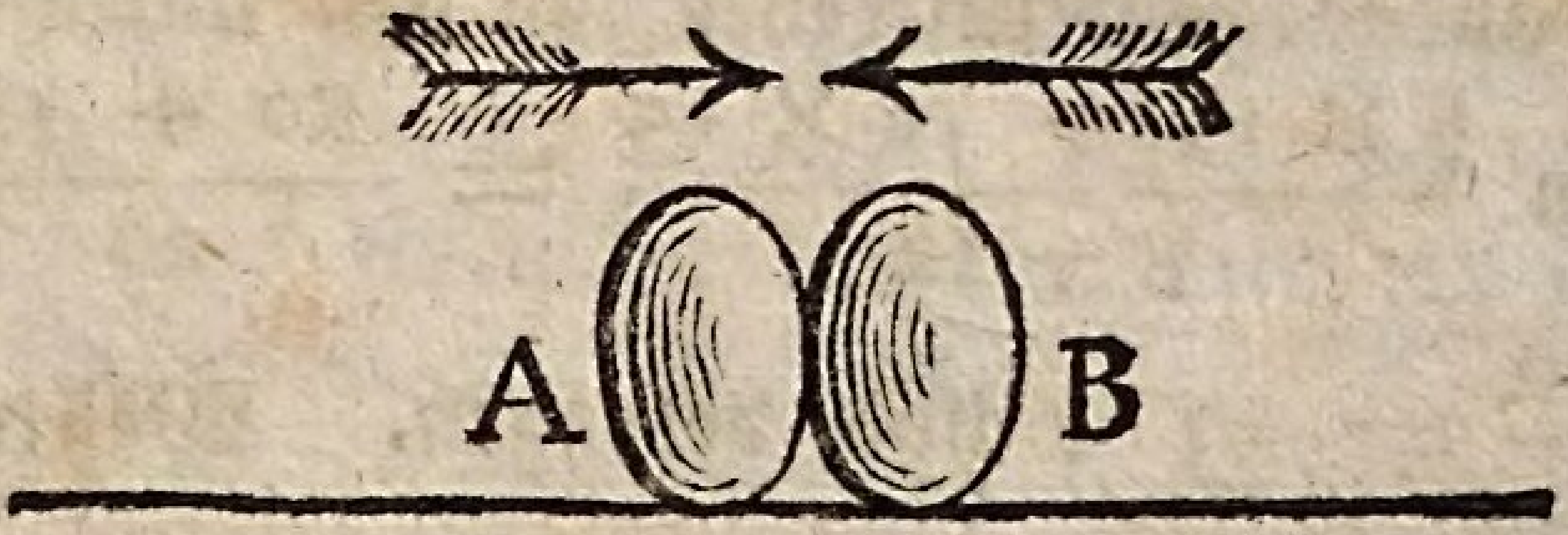
16. Fr. Wie kann das Zusammengedrücktwerden zweyer elastischer Kugeln im Augenblicke des Stosses in etwas versinnlichet, und die Folge hievon erklärt werden?

Antw. Ungefähr durch die hier angebrachte Zeichnung, und zwar für den Aufstoß.



Die Kugel A dehnt sich nach dem Stosse, um ihre Figur wieder herzustellen, gegen B aus, und giebt ihr eben darum einen zweyten Stoß vorwärts; daher der doppelte Gewinn. Während dem dehnt sich auch aus gleichem Grunde die Kugel B gegen A aus, und giebt ihr neben dem erlittenen Verlurst durch die Mittheilung noch einen Stoß rückwärts. Daher dann die doppelte Einbusse der Geschwindigkeit von dieser Seite.

Das Nämliche gilt auch für den Gegenstoß.



Denn

Denn hier hebt sich bey beyden Kugeln etwas von der Geschwindigkeit an und für sich schon auf. Da nun A gegen B, und B gegen A durch die Herstellung der Figur auf ein neues wirkt, so geht eine doppelte Aufhebung der Geschwindigkeit vor. Dieses Aufheben der Geschwindigkeit wird aber nur in Rücksicht jenes Körpers als Verlurst betrachtet, der eine größere Bewegung vor dem Gegenstosse hatte, und also jetzt mit geschwächter Geschwindigkeit die Bewegung noch fortsetzt. Für den andern Körper, der durch die größere Kraft des erstern überwältigt wird, ist diese Aufhebung als Gewinn anzusehen, weil er den Rückweg antritt, und dazu durch den Stoß eine bestimmte Geschwindigkeit bekömmt. Folglich muß hier von doppeltem Gewinne gesprochen werden.

17. Fr. Wie kann die Geschwindigkeit zweyer elastischen Kugeln nach dem Aufstosse berechnet werden?

Antw. Ganz nach der gegebenen Erklärung. Denn gesetzt, die eingeholte Kugel wiege 8 Loth, und habe eine Geschwindigkeit von 10 Schuh. Die einholende hingegen sey 12 Loth schwer, und lege jede Sekunde 15 Schuh zurück. Wären diese Kugeln nicht federhart, so würde die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach der vorausgegangenen Lehre von den unelastischen Kugeln $\frac{8 \times 10 + 12 \times 15}{8 + 12} = \frac{80 + 180}{20} =$ $= \frac{260}{20} = 13$ Schuh betragen. Wollte man nun den Verlurst der einholenden Kugel bestimmen,

men, so müßte man diese gemeinschaftliche Geschwindigkeit von der unsprünglichen abziehen. Das gäbe hier 15 — 13 = 2. Und doppelt genommen, macht 4. Diesen doppelten Verlurst, der Schnellkraft wegen, von seiner vorigen Geschwindigkeit 15 abgezogen, bleibt 15 — 4 = 11. Die einholende, oder die geschwindere Kugel geht folglich nach dem Aufstosse noch mit einer Geschwindigkeit von 11 Schuh auf die Sekunde fort. Man schreite nun auch zu der eingeholten Kugel über. Die Größe ihrer Geschwindigkeit war vor dem Stosse 10 Schuh. Hätte sie keine Federkraft, so betrüge der Gewinn 13 — 10 = 3 Schuh. Das Doppelte davon giebt 6. Dieses zu 10 addirt, macht die Summe 16 Schuh. Also sind jetzt die Geschwindigkeiten wie 11 und 16. Die Richtung bleibt die nämliche.

18. Fr. Kann man sich auch bey den elastischen Kugeln durch eine Art Probe überzeugen, daß die gesammte Größe der Bewegung nach dem Stosse die nämliche wie vor dem Stosse geblieben, und also im Ganzen nichts vorloren gegangen?

Antw. O ja, sehr leicht. Die gesammte Größe der Bewegung war vor dem Stosse 8 × 10 + 12 × 15 = 80 + 180 = 260. Jetzt ist sie hingegen 8 × 16 + 12 × 11 = 128 + 132 = 260, das ist, gerade so viel als zuvor.

19. Fr. Was geschieht, wenn ein elastischer Körper auf einen andern stößt, der als unbeweglich betrachtet werden kann?

Antw. Er wird mit der nämlichen Geschwindigkeit zurück springen. Denn setze man die Schwere der anlaufenden Kugel = 1 und ihre

Ge-

Geschwindigkeit = 12. Da nun die Schwere des unbeweglichen Körpers wegen Verbindung mit der Erdkugel so groß gedacht werden muß, daß die Schwere der anlaufenden Kugel für nichts dagegen zu halten ist; so trifft für die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stosse, angenommen, daß die beyden Körper unelastisch wären, beynahe gar nichts. Folglich hat die anlaufende Kugel alle ihre Geschwindigkeit verloren. Der Verlurst beträgt demnach = 12. Diesen Verlurst nun wegen der Schnellkraft, oder vielmehr wegen der Figurherstellung, duplirt, giebt 24. Wollte man endlich untersuchen, wie groß die jetzige Geschwindigkeit ist, so müßte der Verlurst von der vorigen Geschwindigkeit abgezogen werden, das heißt 12 — 24 = — 12. Woraus man ersieht, daß die nämliche Geschwindigkeit 12 umgekehrt zu nehmen sey, oder mit andern Worten, daß die anlaufende Kugel eben so hastig zurück springt, als sie angelaufen war.

20. Fr. Wie wird für federharte Kugeln der Gegenstoß berechnet?

Antw. Man darf nur untersuchen, welche von beyden Kugeln, die gegen einander stossen, eine stärkere Bewegung hat. Dieser Körper würde die Richtung des andern bestimmen, im Fall beyde unelastisch wären. Nun wird Gewinn und Verlust beyderseits ausgemittelt, jeden wegen der beywohnenden Schnellkraft duplirt, und in diesem Zustande gehörig addirt und subtrahirt; so ergeben sich die Geschwindigkeiten der Kugel, nach dem Gegenstoß. Ein Beyspiel hierüber wird dieß am deutlichsten zeigen.

Zwey

Zwey elfenbeinerne Ballen, oder Kugeln, werden auf dem Billard gegeneinander gespielt. Die weiße Kugel wiegt 6 Loth, und hat in dem Augenblicke des Stosses eine Geschwindigkeit, mit der sie, wenn sie dieselbe beybehalten könnte, jede Sekunde 9 Schuh zurücklegen könnte. Die rothe Kugel wiegt 5 Loth, und besitzt unter gleicher Bedingung eine Geschwindigkeit von 12 Schuhen. Wie sehen die Geschwindigkeiten und Richtungen nach dem Gegenstosse aus?

Auflös. Die Größe der Bewegung der weißen Kugel ist vor dem Gegenstosse $6 \times 9 = 54$, und die der rothen $5 \times 12 = 60$. Folglich bleibt noch nach dem Stosse in beyden $60 - 54 = 6$, woraus, im Fall die Kugeln nicht elastisch wären, die gemeinschaftliche Geschwindigkeit $\frac{6}{11}$ hervorgienge, weil die Gewichter der beyden Kugeln $6 + 5 = 11$ Loth betragen, und beyde Kugeln würden sich noch nach der Richtung der rothen Kugel fortbewegen. Da nun die rothe Kugel eine stärkere Bewegung hatte, so muß der Verlurst ihrer Geschwindigkeit namhaft gemacht werden. Vorher hatte sie 12 Schuh, jetzt $\frac{6}{11}$, angenommen, daß sie nicht elastisch sind; der Verlurst beträgt demnach $12 - \frac{6}{11} = 11\frac{5}{11}$. Dieß doppelt genommen, giebt $22\frac{10}{11}$. Nun sollte dieser erlittene Verlurst von der voriden Geschwindigkeit 12 abgezogen werden. Die Subtraktion muß also umgekehrt verrichtet wergen, dieß heißt, die rothe Kugel kehrt ebenfalls um, und setzt ihre Bewegung in verkehrter

Rich=

Richtung mit der Geschwindigkeit $22\frac{10}{11} - 12 = 10\frac{10}{11}$ Schuh auf die Sekunde fort. Welches Loos hat nun die weiße Kugel? Wäre sie nicht elastisch, so würde sie übergewältigt, und müßte mit einer Geschwindigkeit von $\frac{6}{11}$ umkehren, und der rothen Kugel Gesellschaft leisten. Vorher war ihre Geschwindigkeit 9 Schuh, jetzt sind nicht allein diese 9 Schuh ausgelöscht, sondern sie hat noch $\frac{6}{11}$ Schuh in verkehrter Richtung bekommen; folglich beträgt die Wirkung der rothen Kugel auf die weiße $9 + \frac{6}{11} = 9\frac{6}{11}$, welches alles für die neue Bahn als Gewinn anzusehen ist. Nimmt man ihn der Schnellkraft wegen doppelt, dann erscheint $19\frac{1}{11}$. Dieß von der vorigen Geschwindigkeit 9 abgezogen, giebt $- 10\frac{1}{11}$. Woraus zu ersehen ist, daß die jetzige Geschwindigkeit der weißen Kugel, eine Gegenrichtung zur vorigen hat; weil auch hier wieder verkehrt abgezogen werden mußte.

21. Fr. Kann auch hier gezeigt werden, daß die Größe der Bewegung, die vor dem Gegenstoße = 6 war, auch noch nach demselben geblieben ist?

Artw. Dieß wird bald geschehen seyn. Man multiplizire nur die nachmalige Geschwindigkeit der weißen Kugel $10\frac{1}{11}$ mit ihrem Gewichte 6 Loth, und so auch die der rothen Kugel $10\frac{10}{11}$ mit 5 Loth. Die Produkte sind $60\frac{6}{11}$ und $54\frac{6}{11}$. Diese voneinander abgezogen, weil die Bewegungen gegeneinander gerichtet sind, bleibt 6 wie vormals.

22. Fr. Gesetzt, es seyen bey einem paar elastischen Kugeln, die gegen einanderstoßen, zwar

die

die Geschwindigkeiten verschieden, aber die Gewichter einerley; welche Aenderung der Bewegung geht da durch den Stoß vor?

Antw. Sowohl die Erfahrung, als ein ähnlich angestellter Kalkul wie oben lehrt, daß die Kugeln nach dem Gegenstosse Geschwindigkeit und Richtung zugleich vertauschen. Denn setzen wir, die Gewichter zweyer Kugeln A und B beyderseits = 1, die Geschwindigkeit der Kugel A sey 8, und der Kugel B = 12. Die Größe ihrer Bewegung ist folglich 12 — 8 = 4. Theilt man sie durch die Summe der Gewichter, so bekommt man die gemeinschaftliche Geschwindigkeit, mit welcher beyde Kugeln nach verübtem Gegenstosse in der Richtung der stärker bewegten Kugel B fortrollten; nämlich $\frac{4}{2}$ = 2 Schuh, im Falle sie nicht elastisch wären. Zieht man diese 2 Schuh von 12 Schuh ab, so ergiebt sich der Verlurst der Geschwindigkeit für die Kugel B, das heißt 12 — 2 = 10. Diesen Verlurst wegen der Schnellkraft verdoppelt, beträgt 20. Also ein größerer Verlurst als die vorige Geschwindigkeit war. Man ziehe demnach umgekehrt ab, so erscheint 20 — 12 = 8, welches mit andern Worten so viel heißt, daß die Kugel B mit der Geschwindigkeit 8 zurück springt. — Die Kugel A gewinnt für ihre neue Bahn erstens einmal die Abänderung ihrer Richtung, die in 8 Schuhen Geschwindigkeit bestand, und die also nothwendig getilgt werden mußten, um die neue Bahn antretten zu können; zweytens, 2 Schuh neue Geschwindigkeit, im Fall man beyde Kugeln unelastisch setzt. Dieß gäbe 8 + 2 = 10 Schuh Gewinn

an

an Geschwindigkeit. Duplirt man denselben wegen der Wiederherstellung der Figur durch die Schnellkraft, so kommt 30. Dieß zu der vorigen Geschwindigkeit — 8 addirt, oder eigentlich erstere von ihm abgezogen, weil sie eine verkehrte Richtung zu der jetzigen hatte, erscheint 12, die Geschwindigkeit und Richtung der Kugel B, so wie 8, womit B ebenfalls zurückspringt, die Geschwindigkeit und Richtung der Kugel A war.

Neunter Abschnitt.

Begriffe und Notizen vom Pendel.

1. Fr. Was nennt man ein Pendel?

Antw. Einen Körper, der so aufgehangen ist, daß der Aufhangspunkt vom Mittelpunkt der Schwere eine Entfernung bekömmt, und daß er sich frey hin und her bewegen kann.

2. Fr. Was versteht man eigentlich unter Mittelpunkt der Schwere eines Körpers?

Antw. Jenen Punkt, der, wenn er unterstützt wird, den ganzen Körper vor dem Fallen schützt. Man nennt ihn gemeiniglich den Schwerpunkt, weil man sich in diesem Punkte die ganze Schwere des Körpers versammelt denken kann.

3. Fr. Hat jeder Körper seinen Schwerpunkt?

Antw. Durchgehends; denn dieß lehrt bey kleinen Körpern die Erfahrung. Wir können sie, wenn

wenn wir es lange genug versuchen, mit einer Messerspitze unterstützen. Wenigst treffen wir immer die Gegend dieses Punktes an, wenn wir gleich aus Mangel des erforderlichen Zartgefühls nicht allemal den Punkt selbst errathen. So z. B. haben gleichdicke Körper, die man in der Geometrie Prismen und Walzen nennt, ihren Schwerpunkt in der Mitte; Pyramiden und Kegel hingegen in dem dritten Theil der Länge von der Grundfläche an gerechnet.

4. Fr. Was geschähe dann, wenn ein Körper an seinem Schwerpunkte aufgehangen würde?

Antw. Er würde sich nie schwingen können, sondern bey der Anspornung zur Bewegung, sich vielmehr um seine Achse drehen. Man kann sich sogleich davon überzeugen, wenn man ein zirkelförmiges Brettchen an seinem Mittelpunkt aufhängt.

5. Fr. Wie wird das Pendel eingetheilt?

Antw. in das **physische**, und in das **mathematische**.

6. Fr. Was versteht man unter einem mathematischen, was unter einem physischen Pendel?

Antw. Wäre des Pendels Schwere in einem einzigen Punkte versammelt, und hätte die Verbindung dieses Schwerpunkts mit dem Aufhängspunkt gar kein Gewicht, sondern wäre nur eine feste Linie, dann verdiente so ein Pendel ein mathematisches genennt zu werden. Jedes andere, wo diese Forderungen nicht Platz haben, heißt eben darum ein physisches, oder zusammengesetztes Pendel.

7. Fr.

7. Fr. Kann man sich dem mathematischen Pendel nicht einigermaßen nähern?

Antw. Allerdings; ein Goldkügelchen von etlichen Quentchen Gewicht an einen Seidenfaden befestigt, und in beliebiger Entfernung davon aufgehangen, kömmt einem mathematischen Pendel so ziemlich nahe.

8. Fr. Wie bewegt sich das Pendel?

Antw Jeder Punkt des Pendels beschreibt kleine Kreisbögen, die alle in ein und der nämlichen Vertikalebne liegen. Er könnte zwar auch eben so gut kleine Kreise beschreiben; aber von dieser Art Pendelbewegung ist hier die Rede nicht.

9. Fr. Wie nennt man die Hin- und Hergänge eines Pendels?

Antw. Man nennt sie in der Kunstsprache Schwingungen, oder nach dem Lateinischen Oszillationen. Ein Hingang des Pendels, oder auch die Rückkehr desselben heißt ein einfacher Schwung, oder eine einfache Schwingung: hingegen beyde zusammen ein zusammengesetzter Schwung.

10. Fr. Was versteht man unter dem Schwungpunkt, oder Schwingungspunkt?

Antw. Jenen Punkt im Pendel, der gerade so schwingt, als wenn alldort das ganze Gewicht versammelt wäre.

11. Fr. Ist dann dieß nicht der Schwerpunkt des Pendels?

Antw. Keineswegs; denn er ist wesentlich davon unterschieden. Der Schwerpunkt eines

Pris-

Prisma, oder einer Walze, liegt, wie schon gesagt worden, genau in der Mitte der Länge, oder eigentlicher zu reden, er ist der Mittelpunkt der Achse selbst. Hingegen der Schwungpunkt dieser Körper liegt noch um den 6ten Theil der ganzen Länge tiefer als der Schwerpunkt. Hängt man einen Kegel an seiner Spitze als Pendel auf, so ist sein Schwungpunkt um $\frac{4}{5}$ der ganzen Länge von dieser Spitze entfernt; da doch der Schwerpunkt eines Kegels nur um $\frac{3}{4}$ der Länge von der nämlichen Spitze absteht. Und so von andern Körpern zu reden.

12. Fr. Wie kann der Schwungpunkt eines jeden zusammengesetzten Pendels praktisch gefunden werden?

Antw. Man befestige eine kleine Metallkugel an einen Seidenfaden, so hat man sich, wie schon erinnert worden, dem einfachen Pendel so ziemlich genähert. Dieses hänge man neben dem zusammengesetzten Pendel an einen dünnen Faden so auf, daß man es durch Anziehen oder Nachlassen des Fadens leicht verkürzen oder verlängern könne. Nun lasse man beyde schwingen, und berichtige das einfache so lange, bis es mit dem andern gleichzeitige Schwingungen macht; so wird die Länge des einfachen Pendels den Schwungpunkt des zusammengesetzten bestimmen; wenn man nämlich beyde Aufhängspunkte vereinigt, und dann untersucht, wie weit das einfache Pendel reicht.

13. Fr. Was für Eigenschaften hat der Schwungpunkt in zusammengesetzten Pendeln noch?

Antw. Fürs erste wird dieser Punkt von den übrigen schweren Punkten des Pendels weder beschleunigt noch verzögert. Denn bekanntlich würde ein höherer Punkt, wenn er an einer gewichtlosen Linie befestigt wäre, geschwinder, und ein tiefer liegender Punkt unter der nämlichen Bedingung langsamer schwingen. Es werden demnach die tiefern Punkte von den höhern beschleunigt, und die höhern von den tiefern in ihrer Bewegung verzögert. — Fürs Zweyte ist mit dem Schwungpunkte des Pendels auch dessen Stoßpunkt vereinigt. Dieß will so viel sagen: Wenn man den Schwungpunkt des Pendels an die Schneide eines Messers anschlagen läßt, so wirkt die ganze Größe der Bewegung auf diese Schneide. Ich setze aber hier voraus, daß das Pendel ein fester Körper sey. Läßt man einen höhern Punkt anschlagen, so werden die untern Theile des Pendels bemüht seyn, ihre Bewegung fortzusetzen. Schlägt hingegen ein tieferer Punkt an besagter Schneide an, dann leidet der Aufhangspunkt dabey; denn die höher liegenden Theile äußern eine Tendenz, denselben aus dem Angel zu reißen. Es ist also der Schwungpunkt der einzige Punkt im ganzen Pendel, der, wenn er auf ein Hinderniß stößt, die ganze Bewegung auf einmal auslöschen macht. Das Nämliche erfahren wir, wenn wir mit einem Stocke auf einen schmalen Körper schlagen. Denn ein solcher Schlag ist eine pendelartige Bewegung. Wir werden den Streich allemal so führen, daß der Stock ungefähr in einer Entfernung von $\frac{2}{3}$ der ganzen Länge den Körper trifft; weil wir widrigenfalls Schmerzen in der Hand fühlen würden.

14. Fr.

14. Fr. Was wäre demnach die eigentliche Länge eines zusammengesetzten Pendels?

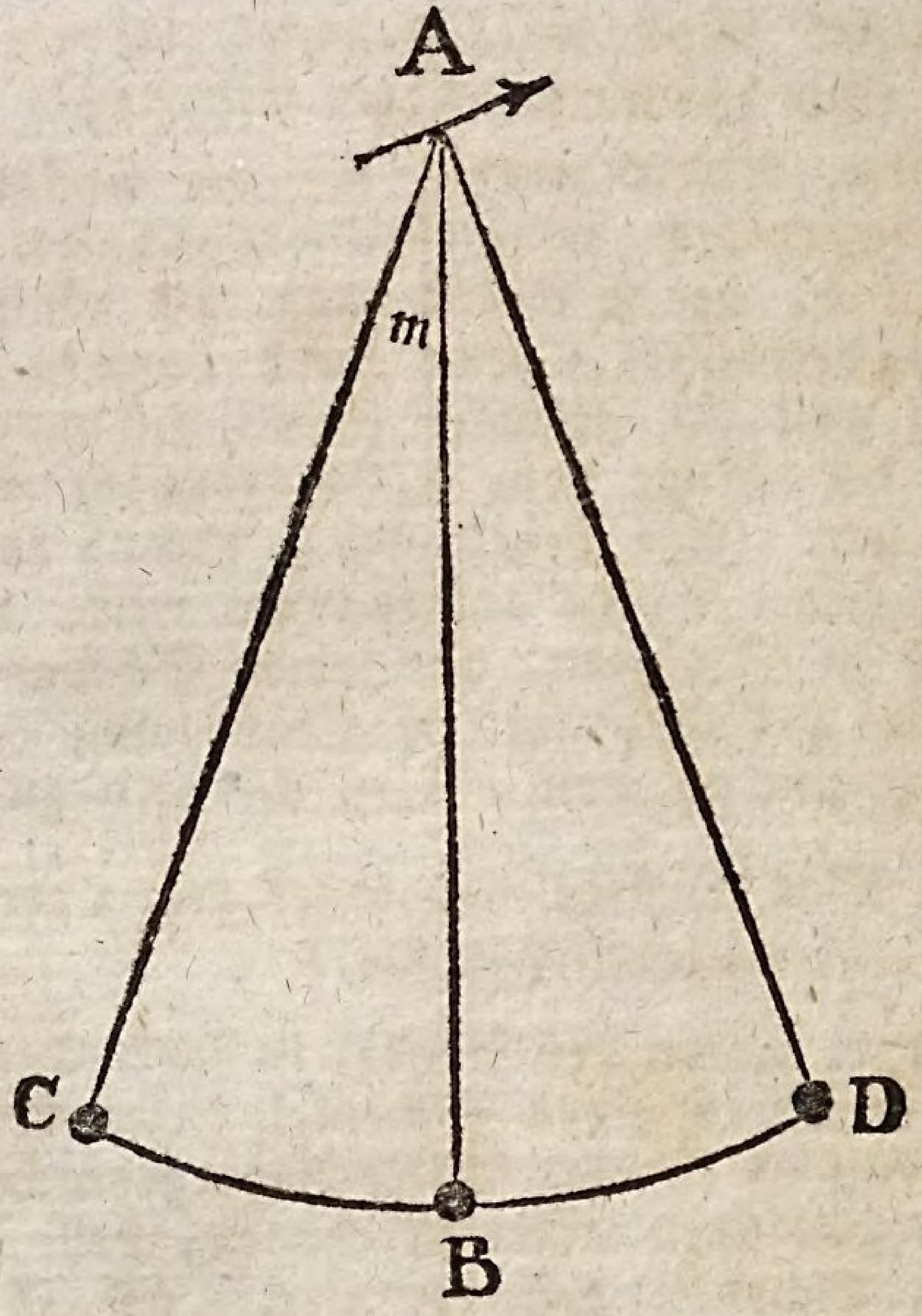
Antw. Nichts anders als der Abstand des Aufhangpunktes vom Schwungpunkte. Ein Stab also, der 3 Schuh lang ist, zählt, als Pendel betrachtet, nicht mehr dann 2 Schuh Länge; weil ein Zylinder seinen Schwungpunkt um $\frac{2}{3}$ der Länge vom Aufhangspunkt entfernt liegen hat. Ein Kegel, der 5 Schuh hoch ist, und an seiner Spitze aufgehangen wird, um als Pendel zu schwingen, hat seinen Schwungpunkt in einer 4 Schuh weiten Entfernung von der Spitze; und so von andern Körpern zu reden.

15. Was versteht man unter dem Erhebungswinkel, oder Elevationswinkel?

Antw. Wenn das Pendel in senkrechter Lage ruht, stellt es einen Schenkel dieses Winkels, und wenn es in eine schiefe Lage gebracht wird, um es schwingen lassen zu können, stellt es den andern Schenkel desselben vor. Es ist daher allemal der halbe Bogen, den der Schwungpunkt beschreibt, das Maaß desselben.

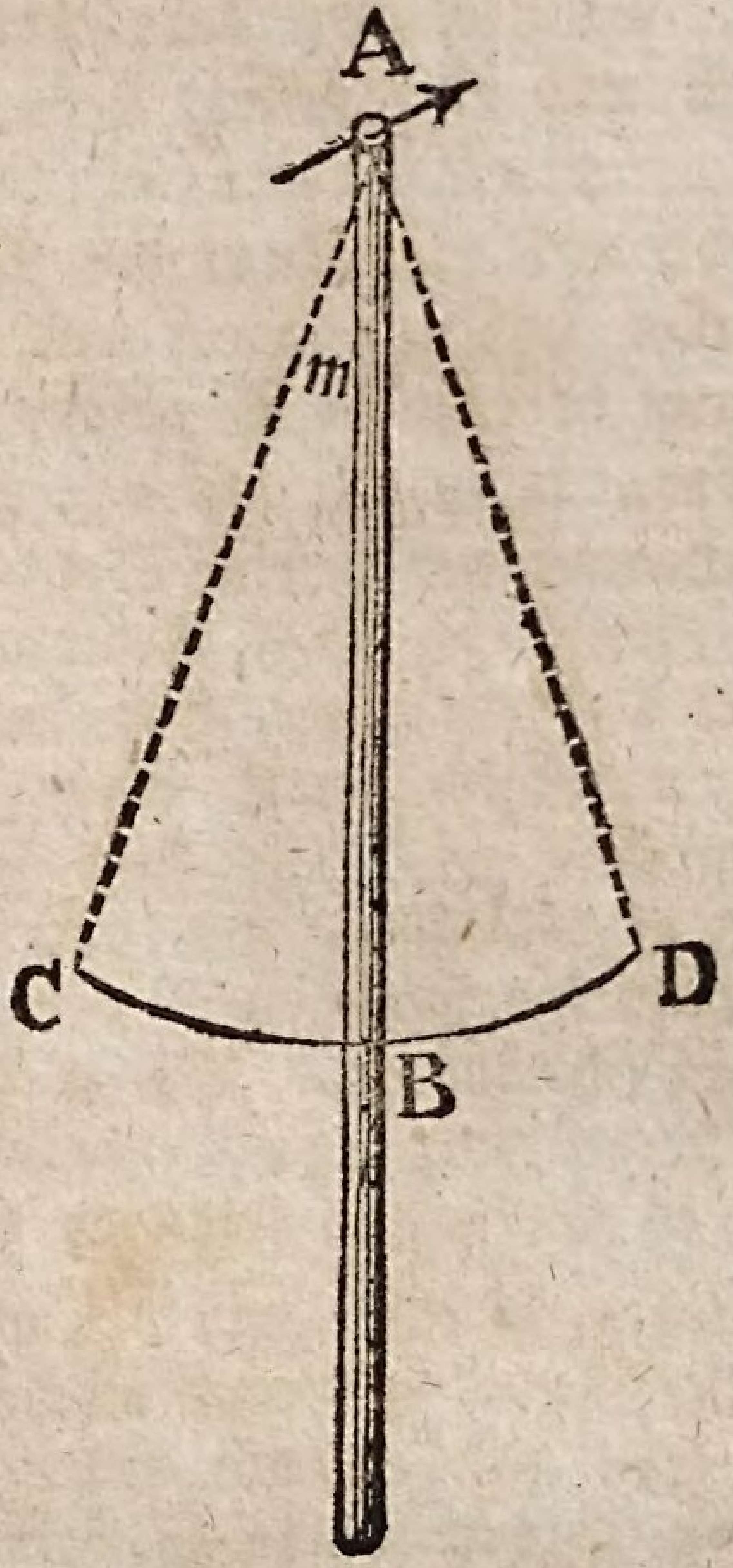
16. Fr. Könnten die hauptsächlichsten Begriffe des einfachen (mathematischen) Pendels nicht durch Zeichnung in etwas versinnlicht werden?

Antw. Sehr wohl; denn A stellt hier den Aufhangspunkt,



B den Schwungpunkt, A B die Pendellånge, C D den Schwungbogen, und m den Erhebungswinkel vor.

Bey zusammengesetzten Pendeln, z. B. bey einem Stabe, muß der Schwungpunkt folglich auch der Schwingungsbogen um den dritten Theil der Långe hőher genommen werden, wie die nebenstehende Figur weiset.



17. Fr. Welchen Hauptnutzen ziehen wir aus dem Pendel?

Antw. Es dient uns zur richtigsten Abmessung der Zeit. Daher das Pendel heut zu Tag auf Sternwarten eine unentbehrliche Geräthschaft geworden ist.

18. Fr. Wie lang muß wohl in unsern Gegenden ein einfaches Pendel seyn, daß jede ihrer Schwingungen genau eine Sekunde dauert?

Antw. Es muß eine Länge von 3 französischen Schuhen, und $8\frac{1}{2}$ Linien, oder $440\frac{1}{2}$ Linien

nien haben, welches im bairischen Maaße 3 Schuh 4 Zoll und $10\frac{2}{7}$ Linie, d. i. $490\frac{2}{7}$ Linien beträgt.

19. Fr. Ist also die Länge des Sekundenpendels nicht aller Orten gleich, weil die so eben angeführte nur für unsere Gegenden paßt?

Antw. Eben so wenig als die Schwerkraft, oder der Fallraum der ersten Sekunde, überall gleich ist. Denn da der Schwungpunkt des Pendels über die senkrechte Höhe des Schwingungsbogens eigentlich durch einen Umweg hinabfällt, ungefähr wie über eine schiefe Ebne; so ist nichts natürlicher, als daß sich die Geschwindigkeit dieses Falls mit der Schwerkraft der Erde zugleich ändert. So z. B muß das Pendel in Petersburg $441\frac{1}{50}$ Pariserlinien lang seyn, wenn es Sekunden schlagen soll.

20. Fr. Kann in einer und der nämlichen Gegend durch Rechnung bestimmt werden, wie lang ein Pendel seyn müsse, um Schwingungen von einer gegebnen Dauer hervor zu bringen?

Antw. Warum nicht. Die Dauer einer Schwingung hängt von der Länge des Pendels ab. Je länger nämlich das Pendel ist, desto größer wird das Quadrat der Zeit einer Schwingung seyn. Denn daß statt der einfachen Zeit das Quadrat derselben in Anschlag gebracht werden muß, ist daraus begreiflich, weil die halbe Schwingung bey einem kleinen Bogen eine Art Fall über eine schiefe Fläche vorstellt, wo eine ziemlich gleichförmig beschleunigte Bewegung herrscht. Da man nun die Länge des Sekundenpendels, und eben darum auch die

Dauer

Dauer einer Schwingung kennt, so kann obiger Forderung leicht ein Genüge geschehen. In einer Aufgabe soll das praktisch gezeigt werden.

Es soll ein einfaches Pendel in einer Sekunde 4 Schwingungen machen; welche Länge muß es im bairischen Maaße haben?

Auflös. Da hier die Dauer einer Schwingung $\frac{1}{4}$ Sekunde betragen soll, und da das Quadrat von $\frac{1}{4} = \frac{1}{16}$ und von $1 = 1$ ist, so giebt es folgenden Ansatz:

Lin. Länge?	$\frac{1}{16}$ Sekunden.
1	3 Sch. 4 Zoll $10\frac{2}{7}$ Linien.
	Antw. 2 Zoll $6\frac{5}{8}$ Linien.

Zur Selbstübung.

Man wünscht ein Pendel, daß in 2 Sekunden eine Schwingung macht; welche Länge muß es haben?

21. Fr. Wie aber, wenn die Länge eines Pendels gegeben wäre, man sollte die Dauer einer Schwingung ausfindig machen; welche Aenderung giebt das in der Rechnung?

Antw. Der reesische Ansatz kann hier nichts anders als das Quadrat der Dauer zum Vorschein bringen. Es muß sohin aus diesem Resultat erst die Quadratwurzel gezogen werden, um die eigentliche Antwort auf die vorgelegte Frage geben zu können. Ein Beyspiel darüber:

Jemand verfertigt sich ein 48 Schuh langes Pendel; wie lang wird eine Schwingung davon dauern?

Auflös.

Auflös. Man spreche: Wie groß ist das Quadrat der Sekundenanzahl einer Schwingung bey der Länge eines Pendels von 48 baierischen Schuhen, da 1 Schuh 12 Zoll, und 1 Zoll 12 Linien giebt, und bey der Pendellänge von $490\frac{2}{7}$ Linien, das Quadrat der Sekundenanzahl genau 1 ausmacht?

Sek. Quad.?	48 bair. Schuh.
1	12 Zoll.
1	12 Linien.
$490\frac{2}{7}$	Sek. Quadrat.

Antw $14\frac{9}{100}$ ist das Sekundenquadrat einer Oszillation, woraus die Wurzel $3\frac{7}{10}$ allernächstens hervorgeht. Das 48 Schuh lange Pendel macht also in $3\frac{7}{10}$ Sekunde nur eine Schwingung.

22. Fr. Wozu können pendelartige Körper, z. B. die in Kirchen niederhangenden Lampen, noch genützt werden?

Antw. Man kann mittels derselben die Höhe der Kirchen, und anderer ansehnlichen Gebäude ziemlich zuverläßig bestimmen. Denn gesetzt, ich finde durch Beobachtung, daß sich eine solche Lampe in 35 Sekunden 9mal schwingt, so ist nichts leichters, als die Dauer einer Schwingung zu berechnen. Man darf nur 35 durch 9 dividiren, so kömmt $3\frac{8}{9}$ Sekunde auf eine Schwingung. Nun vergleicht man ein Sekundenpendel damit, und dann ergiebt sich folgender Ansatz. Ehevor muß aber das Quadrat von $3\frac{8}{9}$, oder vielmehr $\frac{35}{9}$ Sekunden bestimmt werden. Ich finde es $\frac{1225}{81}$.

Bair. Linien.	$\frac{1225}{81}$ Sek. Quad.
1	$400\frac{2}{7}$ bair. Linien.
	Antw. 7415 bair. Linien.

Macht man sie zu Schuh, so erscheinen $51\frac{1}{2}$ Schuh allernächstens. Addirt man nun zu der Länge der Lampenschnur den Abstand der Lampe vom Boden, der sich leicht durch das Augenmaaß schätzen läßt, so hat man die Höhe der Kirche.

Anwendung.

Die Lampe auf dem Chor in hiesiger Frauenkirche macht, wenn sie ungefähr 15 Fuß über dem Pflaster des Langhauses schwebt, in 27 Sekunden 5 Schwingungen. Welche Höhe hat diese Kirche vom Pflaster bis an das Gewölb.

Auflös. Die Dauer von 1 Schwingung ist diesemnach $5\frac{2}{5}$, oder $\frac{27}{5}$ Sekunde, wovon das Quadrat $\frac{729}{25}$ beträgt. Daher der Ansatz:

Bair. Sch.?	$\frac{729}{25}$ Sek. Quad.
1	$490\frac{2}{7}$ bair. Linien.
144	1 bair. Schuh.
	Antw. Sehr nahe an 100 Schuh,

welche mit den übrigen 15 Schuhen die wahre Höhe der Gewölbdecke über dem Kirchenpflaster, nämlich 115 bairische Schuhe giebt.

Zur Selbstübung.

In einem Hause, dessen Höhe ich schon längst gerne gewußt hätte, wurde eines Tages Getreid unter das Dach aufgezogen. Kaum war der Getreidsack von der Erde emporgehoben,

als

als er sich zu schwingen anfieng, ohne eben viel weiter aufwärts zu kommen. Ich zählte 50 Viertelssekunden, während er 3 Schwingungen machte; wie hoch ist dieses Haus?

23. Fr. Kann nicht auch aus der erforderlichen Länge des Sekundenpendels in irgend einer Gegend ein Schluß auf den dort statthabenden Fallraum der ersten Sekunde gemacht werden?

Antw. Ja wohl, und zwar ein sehr richtiger Schluß. Denn da beyde Größen, Pendellänge und Fallraum, die Schwerkraft zur gemeinschaftlichen Grundursache haben, und da beyde für einerley Zeit, das ist für eine Sekunde, berechnet sind; so ist nichts einleuchtender, als daß sie im geraden Verhältniß zu einander stehen. Ja es ist dieß sogar die zuverläßigste Methode, den Fallraum irgendwo genau zu bestimmen. Ein Exempel:

In Rom mißt das Sekundenpendel $440\frac{7}{25}$ Pariserlinien; wie groß ist in dortiger Gegend der Fallraum der ersten Sekunde, wenn er in Paris, wo das Pendel, um Sekunden zu schlagen, $440\frac{57}{100}$ Linien halten muß, $15\frac{957}{10000}$ Schuh beträgt?

Fallraum?	$440\frac{7}{25}$ Par. Linien.
$440\frac{57}{100}$	$15\frac{957}{10000}$ Par. Sch. Fallraum.
	Antw. $15\frac{2}{23}$ Pariserschuh allernächstens.

Zur Uebung.

Wie groß ist der Fallraum in Petersburg? Die Länge des dortigen Sekundenpendels ist oben in einem Beyspiele aufgestellt.

24. Fr. Es kann also auch umgekehrt aus dem gegebnen Fallraum irgend einer Gegend die entsprechende Pendellänge bestimmt werden?

Antw. Natürlich; denn es bedarf ja nur einer kleinen Wendung des Ansatzes; so ist die Sache im Reinen. z. B.

Welche Pendellänge hat unter dem Aequator, z. E. in Cayenne, statt, da dort der Fallraum der ersten Sekunde nicht mehr als $15\frac{5807}{10000}$ beträgt.

Ansatz.

Par.Linien?	$15\frac{5807}{1000}$ Fallraum.
$16\frac{625}{1000}$	$440\frac{1}{2}$ Par. Linien.
	Antw. $439\frac{1}{4}$ Par. Linien.

Zur Uebung.

Auf dem Berge Pichincha, der 14400 Pariserfuß hoch ist, beträgt der Fallraum $15\frac{1}{24}$ Par. Schuh; wie lang müßte da das Pendel seyn, wenn es Sekunden schlagen soll?

25. Fr. Hört und liest man doch manchmal von wesentlichen Gebrechen des Sekundenpendels; welche wären dann dieselben ungefähr?

Antw. Es kann freylich nicht geläugnet werden, daß dem Sekundenpendel ein paar Fehler wesentlich ankleben: sie sind jedoch zum Glücke von der Art, daß sie sich durch Gegenmittel,

wo

wo nicht ganz heben, doch so viel möglich verbessern lassen.

Das erste Gebrechen eines aus Metall verfertigten Pendels besteht darin, daß es von der Hitze den Sommer über ausgedehnt, und von der Kälte im Winter zusammengezogen oder verkürzt wird. Im ersten Falle giebt es zu wenig, im zweyten zu viel Schwingungen; so zwar, daß der Unterschied in vollen 24 Stunden 20 Schwingungen ausmachen kann.

Zweytens werden wegen dem Reiben am Aufhangspunkt, und wegen dem Widerstand der Luft die Schwingungsbögen immer kleiner und kleiner, bis das Pendel endlich ganz stille steht, und daher von neuem angetrieben werden muß.

26. Fr. Und wie kann diesen Untugenden des Pendels einigermaßen abgeholfen werden?

Antw. Dem Ausdehnen und Verkürzen des Sekundenpendels kann dadurch so ziemlich vorgebeugt werden, daß man es immer in gleicher Wärme zu erhalten sucht. — Die neuern Physiker, besonders Graham, brachten mehrere Stangen von verschiedenen Metallarten so miteinander in Verbindung, daß sich ihre Ausdehnungen gegeneinander aufheben. Man heißt dergleichen Pendel ihrer Gestalt wegen rostförmige Pendel.

Die Reibung am Anfangspunkt zu vermindern, läßt man es auf einer scharfen Kante spielen. Was endlich den Widerstand der Luft betrifft, änderte man die daran befestigten Metallkugeln in linsenförmige Körper um, um die Luft leichter durchschneiden zu können. Auch

wer=

werden sie deßwegen durch angebrachte Uhrwerke immer in gleichem Gange erhalten.

Zehnter Abschnitt.

Einiges aus der Statik.

1. Fr. Welche Lehre begreift die Statik in sich?

Antw. Die Lehre vom Gleichgewichte (Aequilibrium).

2. Fr. Was versteht man hier unter Gleichgewicht?

Die Ruhe der Körper, welche aus gleicher Wirkung und Gegenwirkung derselben in entgegengesetzten Richtungen hervorgeht. Zu einem versinnlichenden Beyspiel hievon dienen die beyden Waagschalen, sie mögen mit Gewichtern beschwert oder nicht beschwert seyn, wenn sie sich nach einigen Auf- und Niederschwenkungen von selbst in Ruhe setzen.

3. Fr. Wie wird die Statik auf Schulen abgetheilt?

Antw. In Geostatik und Hydrostatik, zu Deutsch: in Erdruhelehre und Wasserruhelehre.

4. Fr. Wovon handelt die Geostatik?

Antw. Vom Gleichgewichte fester Körper unter sich.

5. Fr.

5. Fr. Wovon die Hydrostatik?

Antw. Vom Gleichgewichte der Flüßigkeiten entweder unter sich selbst, oder auch mit festen Körpern z. B. Wasser und Holz.

6. Fr. Was versteht man unter dem Ruhepunkte eines festen Körpers?

Antw. Jenen Punkt, der den Schwerpunkt eines Körpers unterstützt, oder trägt. Er ist allemal senkrecht unter dem Schwerpunkt eines Körpers, oder über demselben, oder auch in demselben selbst.

7. Fr. Als was kann der Schwerpunkt eines Körpers angesehen werden?

Antw. Als der Versammlungsort der Schwere aller Theile eines Körpers; denn was diesen Punkt unterstützt, unterstützt den ganzen Körper. Wenn dieser Punkt in Bewegung gesetzt, das heißt zum Fallen gebracht wird, so fällt der ganze Körper.

8. Fr. Welche Linie nennt man bey jedem Körper die Richtungslinie des Schwerpunkts?

Antw. Jene Linie, die vom Schwerpunkt eines Körpers senkrecht auf den Horizont hinabgefällt wird: oder auch jene Linie, die der Schwerpunkt eines Körpers im freyen Falle beschreiben würde.

9. Fr. Wann ist der Fall eines Körpers unmöglich; wann nothwendig?

Antw. Unmöglich ist der Fall eines unterstützten Körpers, wenn die Richtungslinie seines Schwerpunkts noch auf die Grundfläche trifft, die ihn unterstützt; trifft aber diese Linie die

Grund=

Grundfläche nicht mehr, sondern fällt außer dieselbe, dann ist der Fall des Körpers nicht nur bloß möglich, sondern sogar nothwendig.

10. Fr. Wie kann aber die Grundfläche eines Körpers, der nur auf etlichen Punkten ruht, z. B. eines Dreyfusses, eines vierbeinichten Tisches, eines Wagens u. d. gl. bestimmt werden?

Antw. Man darf nur die äußersten Punkte, worauf ein solcher Körper gestützt ist, durch gerade Linien verbinden, so wird allemal die daraus hervorgehende Figur die Grundfläche des gegebenen Körpers seyn. Ein Dreyfuß hat daher ein Dreyeck zur Grundfläche. Für Sessel, Tische und Wägen, deßgleichen auch für vierfüssige Thiere wirft sich ein Viereck aus u. s. w.

11. Fr. Welche Grundfläche hat der Mensch in seiner gewöhnlichen Stellung?

Antw. Ein unregelmäßigee Sechseck, wozu die beyden Fersen, und die großen und kleinen Zehen die Winkelpunkte geben.

12. Fr. Wie kann der Schwerpunkt in einem Körper verrückt werden?

Antw. Wenn man mit ihm andere schwere Körper in Verbindung bringt. Dieß kann beym Menschen handgreiflich dargethan werden. Wenn jemand eine Last auf dem Rücken trägt, muß er sich vorwärts beugen, damit die Richtungslinie des Schwerpunkts nicht über die beyden Fersen hinaustrifft, wodurch er unvermeidlich zum Fallen gebracht würde. Es wird also durch die Aufpackung einer Last von hinten der Schwerpunkt des menschlichen Körpers mehr hinterwärts verschoben. Das Gegentheil erfolgt, wenn wir

die

die Last vornen anbringen; denn da beugen wir uns zurück.

13. Fr. Warum geht der Mensch so behutsam, wenn er eine Last auf dem Kopfe trägt?

Antw. Durch das Aufnehmen einer Last auf den Kopf wird der Schwerpunkt des Menschen, der sich gewöhnlich im Unterleibe befindet, mehr in die Höhe gerückt. Da nun bey einem hochstehenden Schwerpunkte die Richtungslinie, im Fall der Schwerpunkt hin und wieder schwankt, gar leicht über die Grundfläche hinaustreffen kann; so sind wir alle Augenblick der Gefahr, uns umgeworfen zu sehen, Preis gegeben; weil das Schwanken des Schwerpunkts beym Gehen unvermeidlich ist. Es muß demnach der Oberleib immer so gehalten werden, daß der Schwerpunkt keinen großen Spielraum zum Schwanken bekömmt. Darin liegt mitunter auch der Grund, warum hochbepackte Wägen eher dem Umfallen ausgesetzt sind als niedrige.

14. Fr. Was versteht man unter statischem Momente?

Antw. Das Produkt aus dem Gewicht eines Körpers in den Abstand der Unterstützung. Denn nimmt man einen Stab, und beschwert ihn mit verschiedenen Gewichtern, so wird derjenige, welcher ihn an einem seiner Ende mit freyer Hand halten will, die Last um so größer fühlen, je größer das daran befestigte Gewicht ist, und je weiter es von der haltenden Hand entfernt wird. Der Druck also, den ein Körper auf die unterstützende Kraft ausübt, hängt von zweyen Größen aus, nämlich vom Gewichte des Kör-

pers,

pers, und vom Abstand des Schwerpunkts, wo alles Gewicht versammelt ist, von der unterstützenden Kraft.

15. Fr. Wie kann nun der Begriff des Schwerpunkts eines Körpers bestimmter ausgedrückt werden?

Antw. Der Schwerpunkt, kann man behaupten, befindet sich in jedem Körper da, von wo aus die Summe der Momente aller Elemente beyderseits gleich ist. Dieß will so viel sagen: wenn man in Gedanken eine senkrechte Fläche wie immer durch des Körpers Schwerpunkt legt, so wird der Körper in zwey Theile getheilt. Die Summe der Momente aller schweren Elemente einerseits, ist nun gleich der Summe aller schweren Elemente anderseits, ohne daß eben die beyden Theile selbst gleich groß seyn müssen.

16. Fr. Wenn zwey verschiedene Gewichter an den zwey Endpunkten eines unbiegsamen Stabes, dessen Schwere unbedeutend ist, befestigt werden, wie läßt sich der Schwerpunkt dazwischen bestimmen?

Antw. Man darf nur die Länge des Stabes so in zwey Theile abtheilen, daß die Produkte aus diesen Theilen in die Gewichter überall gleich ausfallen. z. B. Der Stab sey 9 Schuh lang, und die Gewichter an den Endpunkten wägen 8 und 4 tt. Man sieht hier ohne weiters, daß die Länge 9 in 6 und 3 abgetheilt werden müsse; denn multiplizirt man 8 tt. mit 3 und 4 tt. mit 6, so erscheint beyderseits das Produkt 24 als gleiches Moment.

17. Fr. Aber so eine geschickte Zerstücklung der Länge in ihre zwey gehörigen Theile mag zuweilen ein schweres Stück Arbeit geben?

Antw. Gar nicht; es darf dazu nur folgender Kunstgriff angewendet werden: Man erdichte sich zu dem gegebnen Stabe einen andern, dessen einer Theil 1 Schuh lang ist. Das Produkt des größern Gewichts in diesen Abstand wird daher nicht größer werden, als das Gewicht selbst beträgt. Nun muß das andere Produkt, wovon ein Faktor, nämlich das kleinere Gewicht, gegeben ist, eben so groß ausfallen. Um den zweyten Faktor zu bekommen, darf bekanntlich nur mit dem ersten in das verlangte Produkt dividirt werden. Man weiß also die beyden Theile der erdichteten Stange, welche zusammen addirt ihre ganze Länge geben. Endlich spreche man nach der Regeldetri, oder nach der reesischen Regel: Wie groß muß die Entfernung des größern Gewichts vom Schwerpunkte bey der Länge des gegebenen Stabes seyn, wenn sie bey der Länge des erdichteten Stabes 1 ist?

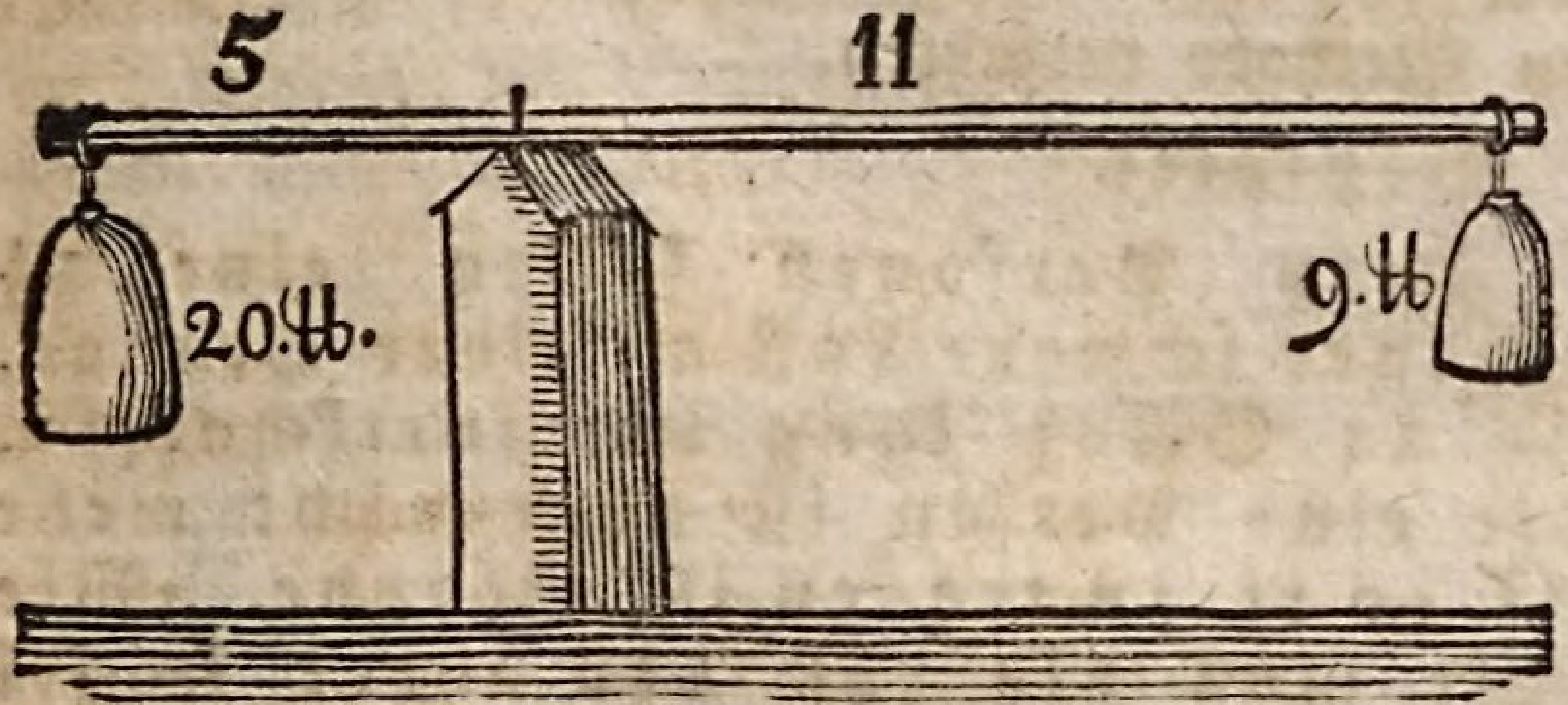
Versinnlichung durch ein Beyspiel:

Jemand hat eine 16 Schuh lange Stange, an deren Enden 9 tt. und 20 tt. angebracht sind. Wie weit vom größern Gewichte weg muß man diese Stange mit der Hand anfassen, oder ihr eine Unterlage geben, daß man sie m Gleichgewicht erhalten kann?

Auflös. Wenn ich bey einer erdichteten Stange der Entfernung des 20pfündigen Gewichts

wichts 1 Schuh gebe, so ist das diesseitige Moment = 20. Nun muß auch das Produkt aus der jenseitigen Entfernung in die 9 tt. die Zahl 20 geben Um den erforderlichen Faktor, oder Multiplikator zu finden, darf ich nur 20 durch 9 dividiren. Es erscheint $2\frac{2}{9}$. Folglich ist die erdichtete Stange $1 + 2\frac{2}{9} = 3\frac{2}{9}$ Schuh lang. Nun folgt die reesische Regel:

Sch.?	16 Sch. Långe.
$3\frac{2}{9}$	1 Sch fordern.
	Antw. $4\frac{28}{29}$ oder beynahe 5 Schuh.



Zur Selbstübung.

Eine Stange ist $14\frac{1}{2}$ Schuh lang An dem einen Ende derselben soll ein Gewicht von $17\frac{1}{4}$ tt. daran gehangen, und in einer Entfernung von $2\frac{3}{8}$ Schuhen die Unterstützung angebracht werden. Wie groß muß das Gewicht am andern Endpunkte der Stange seyn, um Gleichgewicht zu erzielen?

18. Fr. Gesetzt, es befinde sich an einer Tragstange nur ein Gewicht, das in der Mitte nach Belieben verschoben werden kann. Einer von den beyden Trägern ist im Stande, nur einen gewissen Theil der Last zu tragen. Es soll die Entfernung des Gewichts von diesem Träger ausgemittelt werden. Wie hat man in einem solchen Falle zu verfahren?

Antw. Auch hier müssen die statischen Momente beyderseits gleich groß seyn. Das Gewicht wird demnach in die zwey gegebenen Theile zerlegt, eine erdichtete Stange zu Hilfe genommen, und übrigens nach der oben gelehrten Methode verfahren.

Beyspiel.

Zwey Personen sollen eine $1\frac{1}{2}$ Zentner schwere Last an einer Stange, die 11 Schuh lang ist, fortschaffen. Die eine Person ist aber nicht mehr als 40 tt. zu tragen im Stande. Wie weit muß die Last von ihrer Achsel weggerückt werden?

Auflös. Da die ganze Last $1\frac{1}{2}$ Zentner, oder 150 tt beträgt, und eine Person nur 40 tt. tragen kann, so trifft auf die andere 110 tt. Es muß also die stärkere Person die kleinere Entfernung der Last von ihrer Achsel erhalten. Setzen wir wieder, diese Entfernung sey bey einer erdichteten Stange $= 1$, so ist das Moment $110 \times 1 = 110$. Nun ist nothwendig, daß das Moment der andern Person, wo ein Faktor 40 ist, auch so groß werde. Es darf also nur 110 durch 40 dividirt werden, so erhält man

den

den andern Faktor $2\frac{3}{4}$, welcher die Entfernung der Last von der schwächern Person bey der erdichteten Stange, die $1 + 2\frac{3}{4} = 3\frac{3}{4}$ Schuh Länge hat, ausdrückt. Was ist nun natürlicher als folgender Ansatz?

Entf. Sch.?	11 Sch. Länge.
$3\frac{3}{4}$	1 Sch. Entf.
	Antw. $2\frac{14}{15}$ oder beynahe 3 Schuh.

Folglich muß die Last von der schwächern Person 8 Schuh entfernt werden.

Die hier angebrachte Zeichnung, wo die beyden Stützen die tragenden Personen vorstellen, werden den Sinn der Aufgabe, und derselben Auflösung zu Genüge versinnlichen.

Zur Selbstübung.

Zwey Mägde von ungleicher Stärke sollen einen mit Wasser angefüllten Zuber (ein großes Schäffel) der 130 ℔. schwer ist, an einer langen Stange tragen. Die stärkere Person will das Gefäß nur 2 Schuh weit von sich

sich entfernen, um es mit ihrer Hand halten, und vor dem Schwanken bewahren zu können. Welchen Abstand muß sich die schwächere Magd geben, die nur 30 tt. zu tragen im Stande ist?

19. Fr. Woher kömmt es, daß derley Rechnungen in der Anwendung nicht genau zutreffen?

Antw. Weil die beyden Voraussetzungen, daß die Tragstange, oder der Stab keine Schwere haben, und daß sie unbiegsam sey, nirgends in der Natur angetroffen werden. Was das erste Hinderniß anbelangt; so kann man dasselbe zwar mittels der Algebra genau berechnen; allein für die bloße Arithmetik scheint das Geschäft ein Bißchen zu verwickelt zu seyn. Auch die Untersuchung über die Biegsamkeit der festen Körper ist zu sehr mit der Theorie der krummen Linien verwandt, als daß sie hier vorgetragen werden könnte.

20. Fr. Welche Versuche hat man über die Brechbarkeit der Metalle und Hölzer?

Antw. Muschenbrök, der große Naturforscher, ließ sich Stängelchen aus verschiedenen Metallen gießen, und gab ihnen die Gestalt eines Parallelepipedums, das eine Grundfläche von $\frac{720}{10000}$ rheinischen Quadratzollen hatte. Nun befestigte er sie senkrecht an einen Balken, und hieng so lang Gewichter daran, bis sie entzwey rissen. Dieß geschah bey folgenden Gewichtern:

Deut=

		℔
Deutsches Eisen		1930.
Silber von der Kapelle . . .		1156.
Gelbes, ausländisches Erz . . .		638.
Gold		578.
Gelbes, japonesisches Erz . . .		573.
Weißes, englisches Zinn . . .		150.
Wismuth	85 bis	92.
Goslarischer Zink . . .	76 bis	83.
Spießglanzkönig		30.
Englisches Bley		25.

Er stellte durch einen ähnlichen Versuch mit $\frac{729}{10000}$ Quadratzoll dicken Parallelepipeden von verschiedenen Holzarten, und fand, daß sie bey folgenden Gewichtern brachen:

	℔.
Büchenes Holz	1250.
Eschenes	1250.
Eichenes	1150.
Lindenes	1000.
Erlenes	1000
Ulmenes	950.
Tannenes	600.
Fichtenes	550.

21. Fr. Welche Versuche hat man dem Grafen von Sickingen zu verdanken?

Antw. Er nahm metallene Dräthe von $\frac{5}{10}$ Pariserlinien Dicke, und 2 Schuh Länge, und beschwerte sie nach und nach mit Gewichtern, bis sie ebenfalls entzwey rissen. Seine Resultate fielen so aus:

Eisen

Eisen mit	60 ℔.	12 Unzen,	0 Quent.	8 Gran.	Parisergewicht.
Kupfer	33 —	7 —	0 —	64 —	
Platina	28 —	7 —	3 —	0 —	
Silber	20 —	11 —	1 —	$43\frac{1}{7}$ —	
Gold	16 —	6 —	0 —	$43\frac{3}{7}$ —	

22. Fr. Wie kann mittels letzterer Tabelle des Grafen von Sickingen die Haltbarkeit eines metallenen Drathes von gegebener Dicke, oder Durchmesser bestimmt werden?

Antw. Durch einen kleinen reesischen Ansatz. Denn die Haltbarkeit zweyer Dräthe von einerley Metall hängt genau von ihren Durchschnittsflächen ab. Je größer diese bey einem Drathe ist, um so größer muß auch das Gewicht seyn, das den Drath zum Reißen bringen soll. Da nun bey Dräthen die Durchschnittsflächen kleine Kreisflächen sind, und da sich bekanntlich die Kreisflächen wie die Quadrate ihrer Durchmesser verhalten, so müssen sehr natürlich statt den einfachen Durchmessern ihre Quadrate in Anschlag gebracht werden. Ein Beyspiel soll das Gesagte erläutern.

Wie viel bairische Zentner kann ein Eisendrath von $1\frac{1}{4}$ Linie im Durchmesser tragen?

Auflös. In der Tabelle heißt es, daß ein Eisendrath von $\frac{3}{10}$ Pariserlinien Dicke im Stande sey, etwas weniger als 60 Pariserpfund 12 Unzen und 8 Gran zu tragen. Das Quadrat von $1\frac{1}{4}$, oder $\frac{5}{4}$ ist $\frac{25}{16}$, und von $\frac{3}{10}$ erhält man $\frac{9}{100}$. Weil aber erstere Zahl bairische, und letztere französische Quadratlinien sind, so muß man

man wissen, wie sich diese zwey verschiedenen Quadratmaaße gegeneinander ausgleichen. So viel ist gewiß, daß 12938 Pariserlinien im einfachen Längenmaaße 14400 bairische Linien geben. Folglich wenn beyde Zahlen quadrirt werden, so geht daraus hervor, daß 167391844 französische Quadratlinien 207360000 bairischen Quadratlinien gleichkommen. Bringt man diese beyden Zahlen in ein kürzers Verhältniß, so kann man behaupten, daß 21 französische Quadratlinien sehr genau 26 bairische Quadratlinien ausmachen — Nun ist noch übrig, daß man auch das bairische Gewicht mit dem französischen vergleicht. Man findet in den hiezu geeigneten Tabellen, das 11682 Pariserpfunde 10188 bairische Pfund geben, welches so viel sagen will, daß 86 Pariserpfunde 75 bairischen Pfunden gleichzusetzen sind. Endlich können auch die 12 Unzen in den Bruch $\frac{12}{16} = \frac{3}{4}$ tt verwandelt werden. Die 8 Gran darf man deßwegen weglassen, weil die Haltbarkeit diese Gränze nicht mehr erreicht. Nun folgt der reesische Ansatz selbst:

Bair. tt. ?	$\frac{25}{16}$ bair. Quad. Linien.
26	21 franz. Quadr. Linien.
$\frac{9}{100}$	$60\frac{3}{4}$ franz. tt.
86	75 bair. tt.
	Antw. 7 Zentner 47 tt.

Zur Selbstbung.

Die vierkantigen eisernen Nägel, womit zu Ingolstadt, nach dem Zeugnisse des Hrn. Prof. Knoglers, die Durchzüge der Donaubrücke an den Häng-

Hängreisen befestigt sind, haben eine Durchschnittsfläche von $5\frac{1}{16}$ bair. Quadratzollen, wie viel Zentner kann einer tragen? *)

23. Fr. Kann auch wechselsweise aus einem gegebenen Gewicht, daß von einen prismaförmigen Metall oder Holz getragen werden soll, die erforderliche Durchschnittsfläche durch Rechnung bestimmt werden?

Antw. Eben so leicht, als man vorher im Stande war, aus der Durchschnittsfläche das Gewicht auszumitteln, welches die größtmöglichste Haltbarkeit einer Stange von Metall, oder eines Balkens von Holz bezeichnet. Hier stehe das Exempel:

Ein Mauerstück, dessen Schwere man auf 7240 Zentner schätzt, soll mittels eines Querbalkens an zwey fichtenen Hängsäulen freyschwebend erhalten werden; welche Durchschnittsfläche fordert eine solche Hängsäule?

Auflös. Aus Muschenbröks Tabelle über die Haltbarkeit der Hölzer, und aus den oben aufgestellten Verhältnissen ergiebt sich ohne weiters der Ansatz:

Bair.

*) Da in Muschenbröks Tabelle, die hier wegen der Parallelepipedumform der Nägel benützt werden muß, rheinisches Maaß, und, wie ich vermuthe, kölnisches Gewicht vorkömmt, so ist noch nachzutragen, daß 45 rheinische Quadratzoll 49 bairische Quadratzoll, so wie 6 kölnische Pfund 5 bairische Pfund geben.

Bair. Quad. Zoll. ?	724000 bair. tt.
5	6 köln. tt.
550	$\frac{729}{10000}$ rhein. Quad. Zoll.
45	49 bair. Quad. Zoll.

Antw. 126 Quadratzolle alle beyde Hängsäulen; folglich eine 63 Quadratzolle. Wären es 64 Quadratzoll, dann müßte die Durchschnittsfläche wenigst 8 Zoll ins Gevierte haben, um eine solche Last tragen zu können.

Zur Selbstübung.

In einer Mauthalle soll zu oberst am Gewölbe eine Waage an einer vierkantigen eisernen Stange befestigt werden. Welche Durchschnittsfläche muß diese Eisenstange haben, wenn die Waage sammt Waar und Gewichtstein aufs allermeiste 170 Zentner beträgt?

24. Fr. Unter welcher Bedingung setzt sich ein fester Körper, der spezifisch leichter als jene Flüssigkeit ist, in die er versenkt werden soll, mit eben derselben Flüssigkeit ins Gleichgewicht?

Antw. Er sinkt so lange in der Flüssigkeit, bis die flüssige Masse, die er durch sein Sinken sich aus dem Wege schafft, genau so viel wiegt, als er selbst.

25. Fr. Warum geschieht dieß?

Antw. Da wo der versenkte Theie des festen Körpers ist, kann keine Flüssigkeit seyn, weil sie aus dieser Stelle durch das Eindringen des festen Körpers vertrieben worden. Diese Flüssigkeit muß sich also anderswo in jenem Gefässe

fässe befinden, in welchem die Versenkung vor sich geht. Sie wird also in die Höhe getrieben, weil sie da den wenigsten Widerstand findet, und wird auch da von dem Gewicht des festen Körpers erhalten. Es kann also der feste Körper nicht mehr Flüssigkeit aus der Stelle verdrängen, und in die Höhe treiben, als er selbst wiegt.

26. Fr. Wie ergeht es aber solchen festen Körpern, die spezifisch schwerer als jene Flüssigkeit sind, in die sie versenkt werden?

Antw. Sie müssen, sich selbst überlassen, nothwendig untergehen, und können ihre Ruhe erst auf dem Boden des Gefäßes finden.

27. Fr. Mit welcher Last drücken wohl solche Körper noch auf den Boden des Gefäßes?

Antw. Man findet diesen Druck, wenn man das Gewicht jener Flüssigkeit, die er aus der Stelle verdrängt, und in der Höhe erhalten muß, von dem Gewichte des festen Körpers abzieht.

28. Fr. Kann man durch Rechnung bestimmen, wie weit sich ein fester Körper von regulärer Gestalt z. B. ein Parallelepipedum, in eine Flüssigkeit, die spezifisch schwerer ist, einsenken wird?

Antw. Sehr leicht. Man darf nur das Gewicht des festen Körpers, wenn es nicht schon gegeben ist, nach der 15ten Frage des dritten Abschnittes; berechnen; so erhält man eben darum die Schwere der aus der Stelle verdrängten Flüssigkeit. Hat man diese einmal, so kann aus ihr nach der 14ten Frage des nämlichen Abschnitts auch der kubische Inhalt, der dieser ver-

verdrängten Flüssigkeit zugehört, berechnet werden. Dividirt man endlich mit jener Fläche, die sich ganz eingesenkt hat, in diesen kubischen Inhalt; so zeigt der Quotient sehr natürlich die Tiefe an, in die sich der feste Körper einsenkt. Kugeln und andere Körper hingegen, die durch Umwälzdung krummer Linien entstehen, lassen sich für diesen Fall nur durch Hilfe höherer Mathematik behandeln.

Versinnlichung durch ein Beyspiel.

Zwey Freunde der Naturlehre ließen sich ein Parallelpipedum von Kork machen, das 6 Zoll lang, 5 Zoll breit, und 4 Zoll hoch war; um zu sehen, wie weit es sich unter Wasser senken würde. Ehe sie den Versuch machten, wurde von ihnen eine Wette angestellt. A behauptete, der Körper werde sich kaum um den vierten Theil der Höhe unter Wasser begeben. B erwiederte, die Einsenkung betrage mehr. Wer von beyden gewinnt die Wette?

Auflös. Man rechne vor allen das Gewicht des ganzen Körpers, der $6 \times 5 \times 4 = 120$ Kubikzoll beträgt; da gemäß der Tafel der spezifischen Schweren 1000 Kubikschuh Kork so viel wiegen, als 240 Kubikschuh Wasser.

Bair. tt.?	120 Kubikz. Kork.
1722	1 Kubikschuh.
1000	240 tt. Wasser.
1	44 bair. tt.
	Antw. $\frac{11}{15}$ tt.

Der

Der Kork kann also auch nicht mehr als $\frac{11}{15}$ tt. Wasser aus der Stelle verdrängen, und durch sein Gewicht in der Höhe erhalten.

Nun muß untersucht werden, welchen kubischen Raum $\frac{11}{15}$ tt. Wasser einnehmen. Dieß leistet der kleine Ansatz:

Kubikz. ?	$\frac{11}{15}$ tt. Wasser.
44	1728 Kubikz.
	Antw. $28\frac{4}{5}$ Kubikzoll.

So viel Wasser dem Raume nach verdrängt der Kork aus der Stelle.

Nehme man nun an, der Körper werde mit einer der beyden größten Seitenflächen, die $5 \times 6 = 30$ Quadratzoll mißt, ins Wasser versenkt. Es fragt sich nun, welche Höhe muß ein paralllepipedumförmiger, leerer Raum von 30 Quadratzoll Grundfläche haben, um $28\frac{4}{5}$ Kubikzoll in sich fassen zu können? Dieß giebt sehr natürlich die Division durch 30. Man sieht daraus, daß der Kork nicht gar um einen Zoll, d. i. um den vierten Theil der Höhe sich einsenkte. B hat also die Wete verloren.

Zur Selbstübung.

Jemand besitzt einen vierkantigen Stab von Eichenholz, der genau einen Quadratzoll zur Grundfläche hat, und 4 Schuh hoch ist. Er will ihn lothrecht in ein Faß voll Baumöl senken. Läßt es sich wohl im Voraus durch Rechnung bestimmen, wie weit dieser Stab in dem Baumöl hinab sinken wird?

29. Fr. Wenn ein fester Körper nach und nach in verschiedne Flüssigkeiten von größerer spezifischen Schwere versenkt wird, was kann uns das seichtere oder tiefere Eindringen desselben lehren?

Antw. Wir können daraus Schlüsse auf das Verhältniß der eigenthümlichen Schweren dieser Flüssigkeiten zu einander ziehen. Denn je tiefer der nämliche Zylinder, oder das nämliche Prisma in eine Flüssigkeit eindringt, desto geringer ist die spezifische Schwere der Flüssigkeit. Darauf gründet sich der Gebrauch der Bierwaage und der Salzspindel. Versenkt sich nur ein kleiner Theil dieses Instruments, so ist dieß eine untrügliche Anzeige, daß die Flussigkeit, z. B. das Bier, viele Bestandtheile in sich aufgenommen habe, und gleichsam davon verdichtet worden sey. Das Gegentheil deutet eben darum auf Substanzlosigkeit.

30. Fr. Kann auch ein Schluß auf die spezifische Schwere verschiedener fester Körper, die man nach und nach in die nämliche Flüssigkeit z. B. in Wasser senkt, gemacht werden?

Antw. Sehr natürlich; denn je tiefer sie eindringen, desto größer ist ihre spezifische Schwere. Es wird aber hier vorausgesetzt, daß die Gestalt der Prismen oder Zylinder so wie der kubische Inhalt derselben überall der nämliche sey, und daß die festen Körper alle spezifisch leichter als die Flüssigkeit sind.

31. Fr. Welchen Nutzen gewähren diese Untersuchungen beym Laden eines Schiffes?

Antw. Man wird dadurch in den Stand gesetzt, die Ladung im Voraus zu bestimmen,

die ein leeres Schiff aufnehmen kann, wenn die Tiefe gegeben wird, um die es während dem Einladen sinken darf — Denn man lasse sich nur von einem Ingenieur den kubischen Inhalt jenes Schifftheiles, der dadurch unter Wasser gebracht wird, berechnen; so wird ein leichter Kalkul hervorgehen machen, welches Gewicht ein gleichgroßer kubischer Inhalt jenes Wassers hat, worauf sich das Schiff befindet. z. B. Der Theil des Schiffes, der in einem Flusse durchs Laden versenkt werden darf, betrage 740 Kubikschuh, und die spezifische Schwere des Flußwassers sey 1,007. Wie viele Zentner können eingenommen werden? Die Auflösung fordert diesen einzigen Ansatz:

Zentner ?	740 Kubiksch. Flußwasser.
1000	1007 Kubiksch. rein. Wasser.
1	44. tt.
100	1 Zent.
	Antw. $327\frac{1099}{1250}$. Zentn.

Man darf also gegen 328 Zentner Waare einladen, ohne daß sich das Schiff weiter in das Wasser eintaucht, als man im Voraus festgesetzt hat.

32. Fr. Wenn feste Körper in Flüssigkeiten, die spezifisch geringer als sie sind, ganz untergehen, so drücken sie, wie oben gesagt worden, nicht mehr mit ihren ganzen Gewicht auf den Boden: kann wohl durch Rechnung ausgemittelt werden, wie viel so ein Körper von seinem Gewichte verliert?

Antw.

Antw. Dieß kann gar wohl geschehen; denn er wiegt genau um so viel weniger, als das Gewicht der Flüssigkeit beträgt, die er aus ihrer Stelle verdrängt. Er verdrängt aber dem Raume nach gerade so viel aus der Stelle, als sein eigner Kubikinhalt abwirft. Ein Beyspiel soll nähere Aufklärung hierüber geben.

Ein Mühlstein von $27\frac{1}{2}$ Kubikschuh, dessen spezifische Schwere 2,488 ist, befindet sich in einem Flusse unter Wasser. Um wie viel wiegt er hier weniger als in der freyen Luft? Die spezifische Schwere des Flußwassers kann hier 0,009 angenommen werden.

Auflös. Man rechne zuerst, welches Gewicht der Mühlstein in der freyen Luft haben würde:

tt. ?	$27\frac{1}{2}$ Kubiksch. Stein.
1000	2488 Kubiksch. reines Wasser.
1	44 tt.
	Antw. $3010\frac{12}{25}$ tt.

So groß, nämlich 30 Zent. $10\frac{12}{25}$ tt., wäre das Gewicht des Mühlsteins außer Wasser.

Nun mache man ausfindig, was $27\frac{1}{2}$ Kubikschuh Flußwasser für ein Gewicht haben; denn so viel wird vom Mühlstein aus der Stelle verdrängt.

tt. ?	$27\frac{1}{2}$ Kubiksch. Flußwasser.
1000	1009 Kubiksch. reines Wasser.
1	44 tt.
	Antw. $1220\frac{89}{100}$ tt.

Der Mühlstein verliert demnach im Wasser an seinem Gewichte 12 ganze Zentner und $20\frac{69}{100}$ tt. Zieht man diesen Verlurst vom Gewicht des Mühlsteins in der freyen Luft ab, so erscheint sehr nahe $1789\frac{1}{2}$ tt., oder 17 Zentner $89\frac{1}{2}$ tt., womit er noch auf das Flußbett zu drücken im Stande ist.

Zur Selbstübung.

Ein Schiffanker wiegt $12\frac{3}{4}$ Zentner. Wie hoch darf sein Gewicht im Wasser gerechnet werden? Es kömmt aber hier zu bemerken, 1) daß die Anker vom geschmiedeten Eisen sind, und 2) daß die spezifische Schwere des Meerwassers 0,03 angenommen wird.

33. Fr. Lassen sich auch in dem Falle, wenn der nämliche feste Körper in mehrern Flüssigkeiten ganz zu Boden sinkt, aus dem verschiednen Verlurste des Gewichts Schlüsse auf die spezifische Schwere der Flüssigkeiten selbst machen?

Antw. Sehr begreiflich. Je mehr der nämliche feste Körper in einer Flüssigkeit von seinem Gewichte verliert, desto größer muß die spezifische Schwere der Flüssigkeit seyn. — Wenn man ein und die nämliche Bleykugel einmal in Weingeist, und einmal in Salzsohle legt; so wird man erfahren, daß sie in der letztern Flüssigkeit weit mehr als in der erstern von ihrem Gewichte einbüßt. Es ist also die Salzsohle in eben dem Grad auch spezifisch schwerer als Weingeist.

34. Fr. Wie aber, wenn verschiedene feste Körper nach und nach in ein und die nämliche Flüssigkeit, die spezifisch leichter ist, gelegt, und

ihre

ihre Gewichtverlurste unter sich verglichen werden; worauf kann man daraus Schlüsse ziehen?

Antw. Ebenfalls wieder auf die spezifische Schwere der festen Körper; denn sie verhalten sich verkehrt wie ihre Gewichtverlurste. Ein Ey verliert im Wasser beynahe ihr ganzes Gewicht, da hingegen eine Bleykugel von der nämlichen Größe nicht einmal den eilften Theil ihres Gewichts fahren läßt. Man kann also behaupten, daß sich die spezifische Schwere eines Eyes zu der des Bleys ungefähr wie 1 : 11 verhalte.

Zum Beschluß dieses Abschnitts ein einziges Beyspiel:

Ein Stück Bergkrystall verliert im Wasser von seinem Gewichte $8\frac{3}{8}$ Loth, und ein gleich großes Stück Calcedon $8\frac{3}{8}$ Loth. Wie verhält sich die spezifische Schwere des Bergkrystalls zu der des Calcedons?

Auflös. Ganz natürlich wie diese Gewichtverlurste in verkehrter Ordnung, das heißt wie $8\frac{3}{8} : 8\frac{1}{4}$, oder wie $\frac{67}{8} : \frac{33}{4}$ oder endlich wie 67 : 66, wenn zuvor die Nenner gleich gemacht worden.

Eilfter Abschnitt.

Die Anfangsgründe der Hydrostatik.

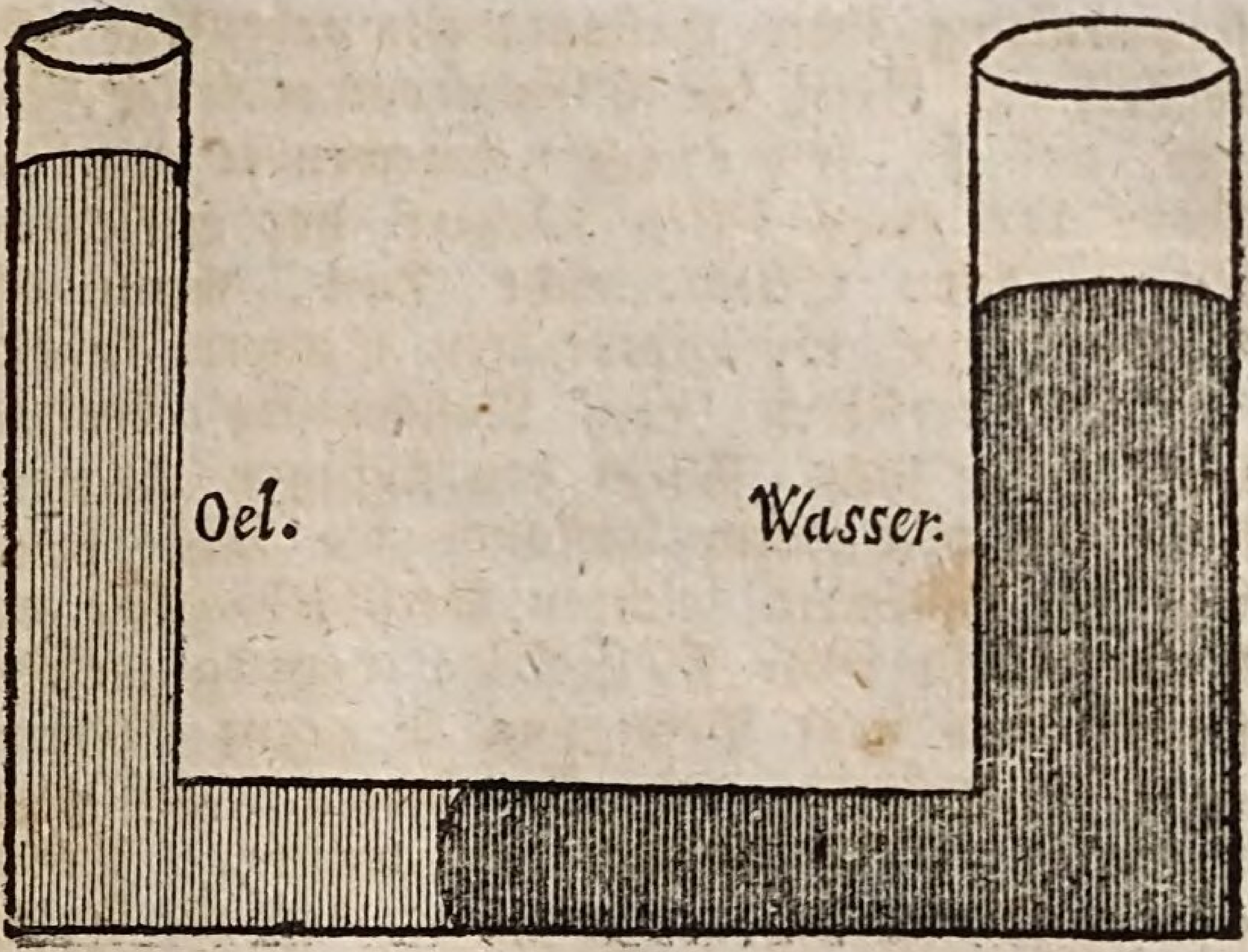
1. Fr. Was begreift eigentlich die Hydrostatik?

Antw. Die Lehre vom Gleichgewichte der Flüssigkeiten mit Flüssigkeiten, die sich im tropfbaren Zustande befinden. Es bedeutet zwar das Wort Hydor im Griechischen nur Wasser; allein

die neuern Physiker haben gefunden, daß andere tropfbare Flüssigkeiten als Milch, Wein, Blut, Essig, Oele, gebrannte Geister, u. d. gl. die nämlichen Gesetze wie das Wasser befolgen. Sie sahen sich also gezwungen, diesem Worte eine ausgedehntere Bedeutung zu geben. Einige rechnen zwar auch hieher die Gesetze des Gleichgewichts fester Körper mit flüssigen. Da aber dieselben im strengen Sinne weder zur Geostatik noch zur zur Hydrostatik gehören, sondern einen eignen Artikel ausmachen, der etwa unter dem Namen Geohydrostatik zu befassen wäre; so ist es gleichgültig, zu welchen von beyden Wissenschaften man sie hinrechnen will. Ich habe sie deßwegen gleich bey der Statik abgehandelt.

2. Fr. Welche Vorrichtung ist nothwendig, um das Gleichgewicht verschiedner Flüssigkeiten untersuchen zu können?

Antw. Dieß sind die sogenannten Gemeinschaftsröhre (Tubi communicantes) welche aus zwey zylindrischen Gefässen von Glas bestehen, und durch ein horizontales Rohr am Boden miteinander verbunden sind. Man schüttet demnach die beyden Flüssigkeiten, deren Gleichgewicht man herstellen will, in die zwey Gefässe hinein, und hilft durch Nachgießen so lange, bis die Gränze der Flüssigkeiten in der horizontalen Verbindung zu liegen kömmt.



Es wird aber hier stillschweigend vorausgesetzt, daß sich die beyden Flüssigkeiten nicht miteinander vermischen, wie z. B. Wasser und Wein; sondern, daß sich ihre Gränzfläche deutlich wahrnehmen läßt, wie dieß der Fall bey Wasser und Oel ist.

3. Fr. Unter welcher Bedingung hat dann bey solchen Gemeinschaftsröhren zwischen zwey verschiedenartigen Flüssigkeiten Gleichgewicht statt?

Antw. Wenn das Produkt aus der Höhe in die eigenthümliche Schwere in beyden Röhren das nämliche ist.

4. Fr. Wie kann dieses Gesetz des Gleichgewichts zwischen zwey Flüssigkeiten einigermaßen aus Gründen gerechtfertigt werden?

Antw. Ich dächte auf folgende Art: Da bey Flüssigkeiten nur ein sehr unbedeutender Zusam-

sammenhang ihrer Bestandtheile gedenkbar ist, so darf das Gesetz des Gleichgewichts fester Körper auf sie keineswegs angewendet werden. Denn bey zwey festen Körpern hat erwiesnermaßen dann Gleichgewicht statt, wenn die Produkte aus der unbedingten Schwere in den Abstand derselben vom Ruhepunkte beyderseits gleich sind. Allein bey flüssigen Körpern kann nie von einem Abstande die Rede seyn. Aus der ungemein leichten Verschiebbarkeit der Bestandtheile jeder Flüssigkeit, vermög welcher sie sich bey ihrer Bewegung so gerne übereinander fortwälzen, geht klar hervor, daß diese Bestandtheile kugelförmig seyn müssen. Es ist also verstattet sich vorzustellen, daß ein Gefäß voll Flüssigkeit aus unzählig vielen, und äußerst dünnen Säulen oder Fäden zusammengesetzt sey, wo nur immer ein Kügelchen über dem andern zu liegen kömmt. Die Wände des Gefässes, und sie selbst untereinander bewahren sie vor dem Umfallen. Jeder solcher Faden der engern Gemeinschaftsröhre verlängert sich in die weitere, falls sie eine ungleiche Weite haben. Es kann also nur allemal ein Faden, oder eine Säule der einen Röhre auf eine Säule der andern wirken. Ist zwischen zwey solchen Säulen das Gleichgewicht hergestellt, so ist es auch eben darum in den beyden Gemeinschaftsröhren selbst hergestellt. — Füllt man z. B. nach hergestellten Gleichgewichte die engere Röhre auf, so erheben sich in der weitern Röhre nur so viele Flüssigkeitssäulen, als viele sich in der engern befinden. Aber beym Erheben zerfließen sie nach allen Seiten; und dieß so lange, bis überall eine Kugelsäule der andern das Gleichge-

wicht

wicht hält. — Füllt man hingegen die weitere Röhre auf, so können nicht mehr Säulen dieser Röhre auf die engere Röhre wirken, als viel diese engere enthält. Die übrigen drücken auf die Wände und auf den Boden ihrer eignen Röhre, und bleiben demnach für die andere Röhre unwirksam.

Eine Flüssigkeitssäule kann aber um so stärker auf die andere drücken, je größer ihre Perpendikulärhöhe, und je größer die spezifische Schwere der Flüssigkeit ist. Also hängt die Größe des Drucks einer Flüssigkeitssäule auf die andere von zweyen Ursachen ab, nämlich von der Höhe so einer Säule, und von der spezifischen Schwere der Flüssigkeit, woraus die Säule besteht. Wenn demnach die Produkte aus diesen beyden Faktoren überall gleich groß sind, so muß ganz natürlich Ruhe oder Gleichgewicht in zweyen Gemeinschaftsröhren statt haben.

Eine Aufgabe zu mehrerer Verständlichkeit.

Man gießt in zwey Gemeinschaftsröhren Baumöl und Wasser, und wartet die vollkommene Ruhe dieser beyden Flüssigkeiten ab. Es zeigt sich nun, daß das Wasser 8 Zoll hoch in seiner Röhre steht; wie hoch wird der Stand des Baumöls in der andern Röhre seyn?

Auflösung.

Da die spezifische Schwere des Wassers in der vorausgeschickten Tafel Seite 37 bekanntlich = 1, und die des Baumöls = $\frac{913}{1000}$ gefunden wird,

wird, so ist das Produkt aus der Höhe der Wassersäule in die spezifische Schwere des Wassers 8 × 1 = 8. Nun muß auch das Produkt aus der Höhe der Baumölsäule, die man noch nicht kennt, aus der spezifischen Schwere des Baumöls die Zahl 8 geben. Man darf also nur wieder, um den unbekannten Faktor zu erhalten, das Produkt durch den bekannten dividiren. Diese Division $8 : \frac{913}{1000} = \frac{8}{1} \times \frac{1000}{913} = \frac{8000}{913}$ giebt 8 Zoll und etwas sehr weniges über 9 Linien. Es steht also das Baumöl um 9 Linien, oder $\frac{3}{4}$ Zoll höher als das Wasser in der andern Röhre.

Eine ähnliche Aufgabe zur Selbstübung.

Jemand hat den Einfall, Weingeist und Quecksilber in zweyen Gemeinschaftsröhren gegen einander abzuwägen. Er ließ das Quecksilber in seiner Röhre nicht höher als 3 Zoll aufsteigen. Wie hoch wird wohl der Weingeist steigen müssen, vorausgesetzt, daß die andere Gemeinschaftsröhre dazu hoch genug ist?

5. Fr. Wenn man in der obigen Beweisführung auch alles zugeben muß, so scheint doch die Voraussetzung: Die kugelförmigen Bestandtheile der Flüssigkeiten sind so über einander gelagert, daß immer Kugel auf Kugel in senkrechter Richtung zu stehen kömmt, mit einem Irrthume verbunden zu seyn. Denn wenn man die natürliche Beschaffenheit eines Haufens von gleich großen Kugeln, dergleichen man vor Zeughäusern antrifft,

oder

oder die man sich selbst aus sogenannten Schus-sern bilden kann, beym Lichte der Unpartheylich-keit beschaut, so sieht man unverkennbar, daß sich jede Kugel regelmäßig auf drey andere stützt, wie dieß auch nebenher sogar in der Theorie des Schwerpunkts gegründet ist. Wie kann also der Druck einer Flüssigkeitssäule senkrecht auf den Boden des Gefässes wirken, wenn er sich nach der Richtung der Berührungspunkte allerwärts schief fortpflanzt?

Antw. Der Einwurf hat in so weit Grund, daß jede Kugel auf drey andern aufliegt; aber dadurch ist der senkrechte Druck noch lange nicht gefährdet. Man darf nur bedenken, daß sich unter den drey stützenden Kugeln wieder eine befindet, die von ihnen gemeinschaftlich berührt, und eben darum auch gedrückt wird. Wären die Wände des Gefässes nicht, so würde zwar der schiefe Druck der einschichtigen Kugel auf die drey untergeordneten Kugeln seine unfehlbare Wirkung thun. Da aber eben diese Wände die Seitenausbeugung sämmtlicher Flüssigkeitssäulen verhindern, so geht der schiefe Druck auf die mittlere Unterkugel zurück. Eine solche Flüssigkeitssäule ist demnach immer aus einer und drey Kugeln zusammengesetzt, die beständig in die Tiefe hinab abwechseln. Weil nun diese Kügelchen, welche mit dem beßten Vergrößerungsglase nicht voneinander unterschieden werden können, kaum den tausendsten Theil einer Haarbreite zum Durchmesser haben; so sind die angeschuldeten Abweichungen von der senkrechten Richtung von gar keiner Erheblichkeit.

6. Fr.

6. Fr. Welches Gesetz läßt sich hieraus rücksichtlich des Seitendruckes ableiten?

Antw. Da der Boden des Gefässes dem senkrechten Drucke eben so gut Widerstand leistet, als die Wände den schiefen Druck zu vereiteln suchen; so folgt aus dieser wechselseitigen Rückwirkung, daß der Druck einer Flüssigkeit in einem Gefässe sich allerwärts fortpflanze, obgleich der Totaldruck abwärts gerichtet ist, und daß die untern Theile der Seitenwände verhältnißmäßig mehr zu leiden haben als die obern.

7. Fr. Wie läßt sich der abwärtsgerichtete Druck einer Flüssigkeit in jedem Gefäße allgemein bestimmen?

Antw. Es darf nur allemal das Gewicht eines Körpers berechnet werden, der den Boden des Gefäßes zur Grundfläche, und den senkrechten Abstand der obersten Gränzfläche vom Boden zur Höhe hat.

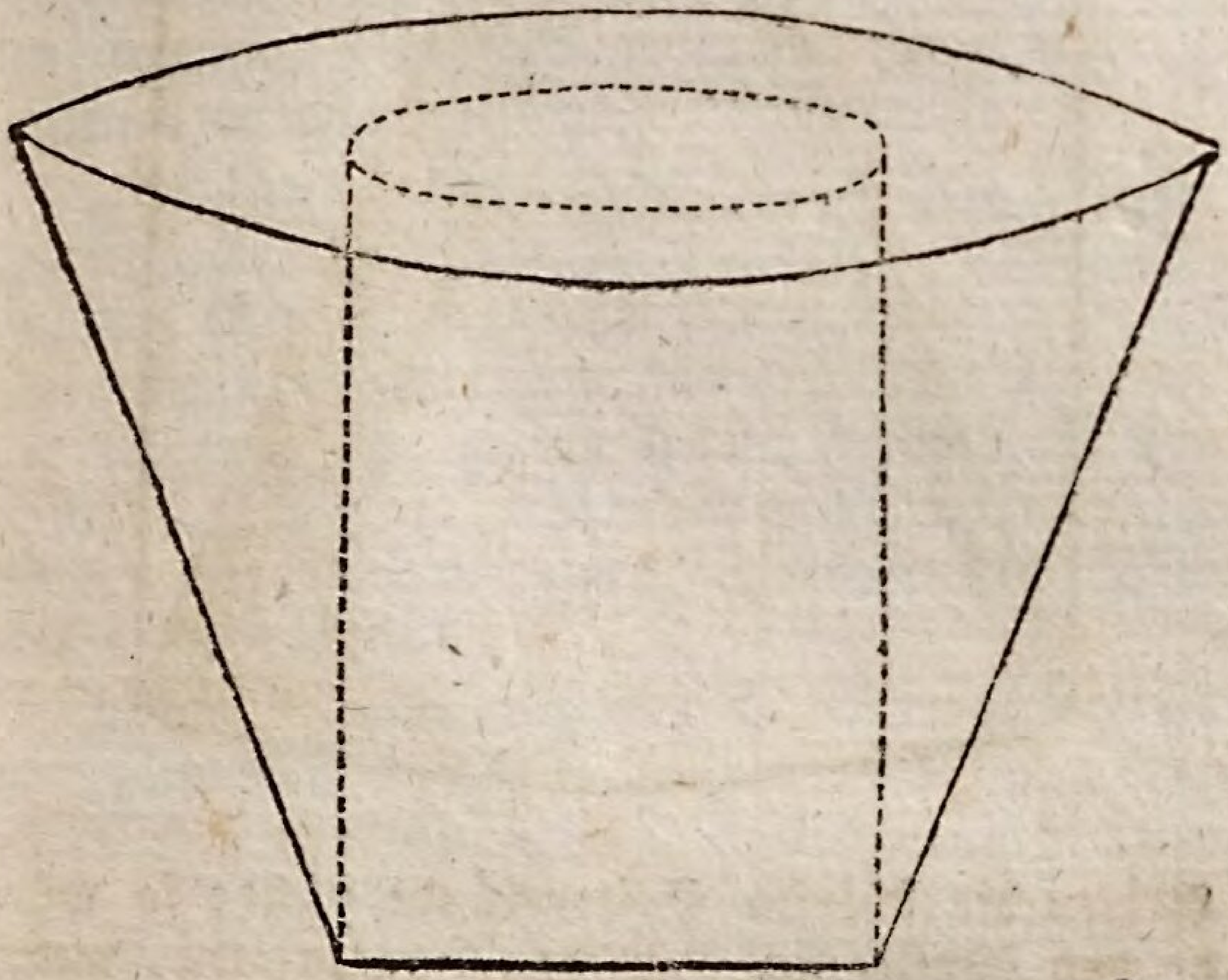
8. Fr. Wie kann dieser Satz durch alle Fälle durchgeführt werden?

Antw. Ungefähr auf folgende Art. — Man fülle zuerst ein reguläres prismatisches oder zylindrisches Gefäß, z. B. eine Flasche von Kupfer oder Zinn, dessen Wände bekanntlich unter rechten Winkeln zum Boden geneigt sind mit irgend einer Flüssigkeit; so wird der Satz keinem Zweifel unterworfen seyn.

Es sey zweytens das Geschirr oben weiter als unten, und werde mit Wasser gefüllt. Man nehme ölgetränktes Papier, und mache ein hohles, bodenloses Gefäß daraus zurechte, welches genau auf den Boden des Geschirrs paßt; so

wer-

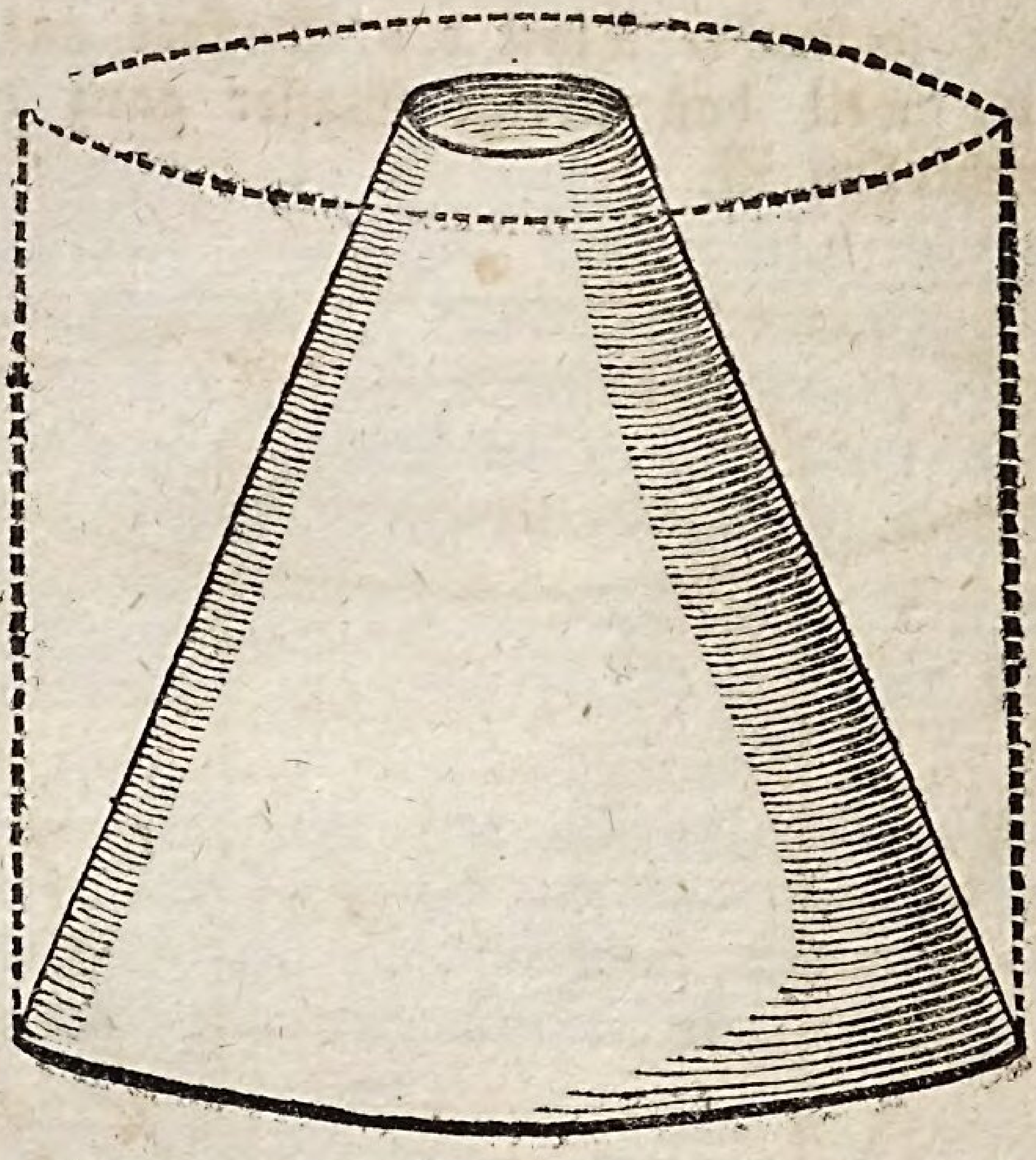
werden die Wände dieses schwachen Gefäßes nicht das Geringste vom angränzenden Wasser zu leiden haben. Es drückt demnach offenbar nur der senkrechte Theil des Wassers auf den Boden; weil das übrige Wasser ganz davon ausgeschlossen ist.



Da nun das schwache Papier nicht den mindesten Druck auszustehen hat, so folgt unwidersprechlich daraus, daß das Wasser des Seitentheils auch zuvor keinen Einfluß auf den Druck der Grundfläche gehabt habe, sondern bloß von den Wänden des Geschirrs unterstützt worden sey. Was vom Wasser erwiesen ist, gilt in dieser Rücksicht auch von andern Flüssigkeiten.

Es sey drittens das Geschirr oben enger als unten. Man bilde sich ein, das Gefäß werde

so ergänzt, daß es eine zylindrische Form erhält; so bleibt diese Ergänzung leer.



Wären die schiefen Seitenwände nicht, so würde das Wasser sich auch dahin ausbreiten, wenn der Zufluß des Wassers nicht unterbrochen wird. Die Seitenwände sind also das Hinderniß, und halten gerade so viel Wasser ab, als die Ergänzung faßt. Es werden demnach die Wände aufwärts gedrückt. Man kann sich von diesem Drucke noch mehr überzeugen; wenn man wo immer eine solche Seitenwand senkrecht anbohrt. Das Wasser wird aus der Oeffnung beynahe so hoch springen, als hoch dasselbe in dem Geschirre steht. Jeder Punkt dieser Seitenwand wird daher gepreßt, und befindet sich in einer

einer Art Spannung. Da nun die Seitenwand diesem Drucke widersteht, so muß er natürlich gegen den Boden zurück wirken. Der Boden muß folglich auch das Wasser tragen, das in der Ergänzung Platz hätte. Das heißt mit andern Worten soviel: Der Boden hat einen Körper zu tragen, den man erhält, wenn die Grundfläche des Gefäßes mit der Höhe des Wasserspiegels multiplizirt wird. Was hier eigentlich zu erweisen war.

9. Fr. Man kann zwar dem so eben geführten Beweise eigentlich nichts anhaben; aber unbegreiflich bleibt es denn doch immer, wie der Druck einer Flüssigkeit in einem Geschirre, das oben enger als unten ist, größer als ihr unbedingtes Gewicht seyn könne. Wäre es nicht möglich, die Sache durch irgend einen ähnlichen Fall dieser Art zu beleuchten?

Antw. Warum dieß nicht? Man nehme eine zylindrische Büchse, zwänge eine schraubenförmige Feder von etwas starkem Drathe hinein, und befestige den Deckel so darauf, daß ihn dieselbe nicht aufzudrücken vermag. Wenn man nun die Büchse horizontal stellt, so hat der Boden der Büchse nicht nur allein den Druck des Gewichts der Feder, sondern auch jenen Druck, der von der gespannten Schnellkraft des Draths herrührt, auszuhalten. Dieser letztere Druck wirkt aber nur wechselseitig gegen Boden und Deckel der Büchse; keineswegs aber gegen jene Fläche, worauf die Büchse steht, die Feder mag so stark gespannt seyn, als sie will. Von der Schnellkraft des Draths und ihrer Wirksamkeit gegen den Boden, kann nun leicht der

Schluß auf die Schnellkraft des Wassers, oder einer andern Flüssigkeit, und der Tendenz derselben gegen den Boden des Geschirres gemacht werden?

10. Fr. Worauf läßt sich diese Lehre zunächst mit Nutzen anwenden?

Antw. Sie hilft uns den zureichenden Grund der außerordentlichen Wirkung einsehen, welche sich bey Gravesands Schwellbalg (Follis hydrostaticus Gravesandi) und bey Wolfs Zergliederungsheber (Sipho anatomicus Wolfii) wahrnehmen läßt. Auch macht sie uns vorsichtig bey solchen Wasserbauten, wo höherliegende Kanäle oder Brunnteicheln gegen Bettungen oder Schleußen wirken.

11. Fr. Was versteht man denn unter Gravesands Schwellbalg, und unter Wolfs Zergliederungsheber?

Antw. Ersterer, von Gravesand seinem Erfinder so genannt, ist ein größtentheils von starken Leder verfertigtes, zylindrisches und oben geschlossenes Gefäß von ungefähr $1\frac{1}{2}$ Schuh im Durchmesser und 1 Schuh Höhe. Seitenwärts läuft eine dünne, 6 bis 7 Fuß hohe Röhre von Blech hinauf, die damit in Verbindung steht, und oben mit einem Trichter endet. Es versteht sich von selbst, daß dieses Gefäß durchgehends wasserdicht seyn müsse, oder mit andern Worten, daß es nirgend Wasser lassen dürfe.

Man

Man gießt nun so lange Wasser hinein, bis es ganz gefüllt ist, das heißt, bis das Wasser im Trichter stehen bleibt. Der lederne Deckel ist nun so sehr in die Höhe getrieben, und auf allen Seiten so gleichförmig gespannt, daß er ein hinaufgelegtes Gewicht von mehrern Zentnern zu tragen vermag.

Wolfs Zergliederungsheber hat im Ganzen genommen die nämliche Bauart; nur ist dabey die Einrichtung angebracht, daß man vor der Füllung statt des ledernen Deckels eine Blase oder andere häutige Theile des thierischen Körpers über die Oeffnung spannen kann. Der aufwärts gerichtete Druck des Wassers treibt die Haut so sehr auseinander, daß man sie mittels eines kleinen Einschnitts weit bequemer als ge-

gewöhnlich voneinander zu trennen, und die Beschaffenheit der häutigen Theile sehr genau zu beobachten im Stande gesetzt wird.

Eine versinnlichende Aufgabe.

Jemand auf dem Lande gieng mit dem Gedanken um, auf dem benachbarten Berge eine Quelle mittels hölzernen Brunnteicheln aufzufangen, und auf die Ebne herab zu leiten. Hier wollte er einen Behälter in der Erde ausmauern, und ihn mit einen hölzernen Deckel von dicken Brettern wasserdicht verschließen; damit er von da aus das Wasser wieder nach Belieben in die Höhe führen könnte. Gesetzt der Deckel halte 64 Quadratfuß, und die senkrechte Höhe der Quelle über dem Behälter betrage 84 Schuh. Mit welcher Gewalt wird das Wasser den Deckel zu heben suchen?

Auflös. Man berechne das Gewicht eines prismaförmigen Wasserkörpers, der 64 Quadratschuh zur Grundfläche, und 84 Schuh zur Höhe hat. Er beträgt sehr natürlich 5376 Kubikschuh. Da nun bekanntlich der bairische Kubikschuh Wasser 44 tt. wiegt, so müßte auf diesem Deckel eine Last von 3365½ Zentner gelegt werden, um ihn davor zu schützen, daß er nicht gehoben wird.

Zwölfter

Zwölfter Abschnitt.

Das Brauchbarste und Verständlichste aus der Mechanik.

1. Fr. Was für eine Lehre begreift wohl die Mechanik in sich?

Antw. Die Lehre vom zureichenden Grunde der Maschinen und der durch sie bezweckten Bewegung.

2. Fr. Was versteht man denn eigentlich unter dem Wort Maschine?

Antw. Jedes Werkzeug, jede Vorrichtung, wodurch die Bewegung der Körper erleichtert, oder beschleunigt, oder auch, um einen gewissen Zweck zu erreichen, geleitet wird. z. B. Spinnräder, Schubkarren, Hebebäume, u. d. gl.

3. Fr. Auf wie viele Klassen oder Grundmaschinen lassen sich alle erdenklichen Arten von Maschinen zurückführen?

Antw. Auf zwey; nämlich auf den Hebel und auf die geneigte Ebne. Unterarten des Hebels sind, das Rad an der Welle, die Rolle, das Räderwerk u. d. gl.; der geneigten Ebne hingegen der Keil und die Schraube.

4. Fr. Was ist eigentlich ein Hebel?

Antw. Eine lange, gerade und unbeugsame Stange, die dazu bestimmt ist, schwere Lasten in Bewegung zu setzen.

5. Fr. Unter welchen Bedingungen heißt der Hebel mathematisch?

Antw. Er müßte weder Dicke noch Gewicht haben, sondern eine gerade, unbeugsame Linie vorstellen. Da man sich aber dieser Bedingung zwar einigermaßen nähern; aber sie nie ganz erreichen kann; so gehört in der physischen Welt ein mathematischer Hebel eben so gut als ein mathematisches Pendel unter die Undinge. Wir müssen uns also gleichwohl mit physischen Hebeln behelfen.

6. Fr. Welche Stücke lassen sich bey jedem Hebel unterscheiden?

Antw. Folgende drey Stücke: Kraft, Last und Untersatz (Potentia, Pondus et Hypomochlion). Das erste ist thätig, das zweyte leidend, und das dritte vermittelnd.

7. Fr. Wie viel Hebelgattungen giebt es, und wodurch werden sie bestimmt?

Antw. Man hat in Allem drey Gattungen der Hebel, die von der Lage der Kraft, der Last, und des Untersatzes zu einander bestimmt werden. Befindet sich der Untersatz zwischen Kraft und Last, so hat man einen Hebel der ersten Gattung, welcher auch nach einer andern Ansicht ein doppelarmiger Hebel heißt.

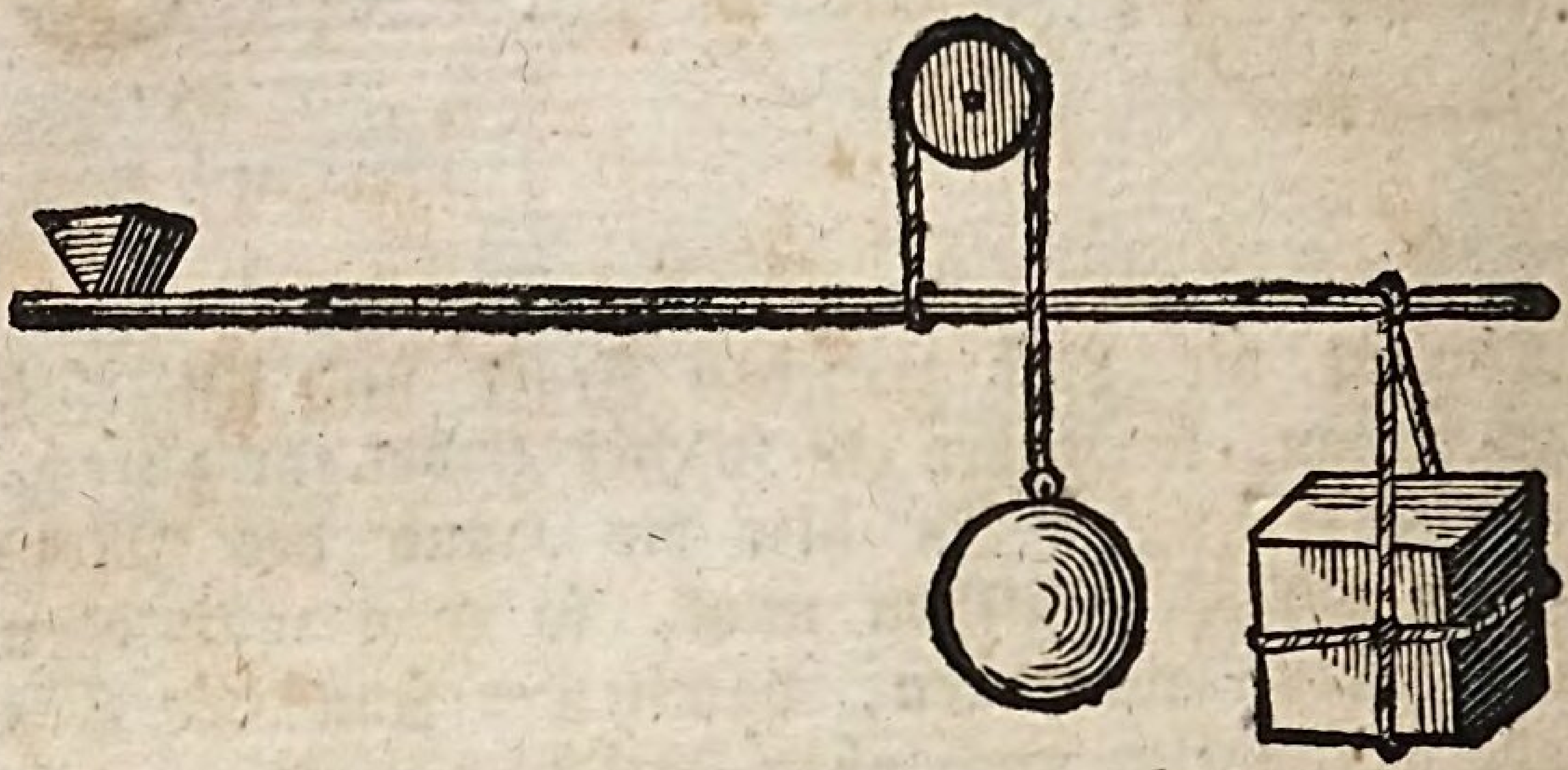
In der hier angebrachten Figur soll das kubikförmige Steinstück die Last, und die Kugel die Kraft vorstellen, die gerade so mächtig, als eine Hand zieht oder drückt, um das Gleichgewicht zu erhalten. Wird die Kraft dann nur in etwas verstärkt, so hebt sie die Last empor.

Kömmt

Kömmt die Last zwischen Kraft und Untersatz zu stehen, so gehört ein solcher Hebel zur zweyten Gattung. Da hier die Hand des Menschen aufwärts ziehen muß, so mag man oben eine Rolle anbringen, damit der Zug der Kugel anfänglich nach oben gerichtet wird.

Wird endlich die Kraft zwischen Last und Untersatz augebracht, dann wird ein derley Hebel zur dritten Gattung gerechnet.

In diesem Falle ist es nothwendig, daß der Untersatz abwärts gekehrt, und die Kraft aufwärts gerichtet sey.



Die letztern beyden Gattungen werden im Gegensatze des doppelarmigten Hebels einarmigt genannt.

8. Fr. Wie läßt sich diese Eintheilung durch Werkzeuge aus dem gemeinen Leben versinnlichen?

Antw. Zu den Hebeln der ersten Gattung gehören a) der sogenannte Geißfuß der Maurer und Steinbrecher; b) der Griff, dessen sich die Zimmerleute und die Holzarbeiter in Gebirgen bedienen; c) die Tasten eines Klaviers, wo der berührende Finger die Kraft, und der Widerstand der Saite die Last vorstellt; d) die Eisenhämmer auf Schmelzhütten, oder andern Gewerken, u. s. f.

Zu den Hebeln der zweyten Gattung wird gezählt, a) die Hebelatte, oder der Hebebaum, hie zu Land Tremel genannt; b) der Schubkarren; c) die Tragstange, wo der schwächere Träger als Kraft, und der stärkere als Untersatz anzusehen ist; obwohl sich die Sache auch umgekehrt denken läßt; d) jene Art Messer, die an einem Ende festgemacht sind, um z. B. Brod, Taback, oder Häckerling zu schneiden. Hier muß der Untersatz in verkehrter Lage, und der Widerstand als aufwärts gerichtete Last gedacht werden.

Als Hebel der dritten Gattung gilt a) das Trettscheit bey Spinnrädern, Blasbälgen in der Schmiede, und bey Drechselbänken; b) die Sense, wo die linke Hand die Stelle der Unterlage, die rechte die Stelle der Kraft, und der Widerstand des Grases die Stelle der Last vertritt. c) Die Trischel, wo eine ähnliche Ansicht Platz greift; denn die mittlere Hand muß das Gewicht des Flegels bald aufwärts heben, bald abwärts drücken helfen.

9. Fr. Zu welcher Gattung von Hebeln gehören die Scheeren, die Beißzangen, die Spitzzängelchen, u. d. gl.?

Antw. Jedes dieser Werkzeuge ist aus zwey Hebeln der ersten Gattung, die gegen einander wirken, zusammengesetzt. Der zu beyden Seiten umgenietete Nagel in der Mitte, versieht die Dienste eines gemeinschaftlichen Hypomochlions. Die beyden Finger setzen als Kraft, die beyden Theile der Scheere, oder der Zange in zwey entgegengesetzte Bewegungen. Endlich

kann

kann das Widerstreben des ergriffenen Gegenstands als Last angesehen werden.

10. Fr. Unter welche Kategorie von Hebeln gehört das Ruder auf Schiffen und Flößen?

Antw. Sehr natürlich zu den Hebeln der zweyten Gattung; denn die beyden Hände üben die Kraft aus; das Schiff, oder der Floß widersteht dem Ruder in der Mitte, und der Zusammenhang des Wassers spielt die Rolle eines Hypomochlions. Nur weicht dieses Hypomochlion zu gerne aus; so daß man gezwungen ist, alle Augenblick nach einem neuen zu greifen?

11. Fr. Wie kann bey einem Hebel die Größe der Wirkung erforscht werden?

Antw. Da sich Last und Kraft mit Gewichtern vergleichen lassen, so gilt natürlich auch hier das Gesetz der Statik, daß nur dann Ruhe Platz haben könne, wenn die Produkte aus Last und Kraft in ihre Distanzen von der Unterlage beyderseits gleich sind. Weiß man einmal die erforderliche Kraft zum Gleichgewicht, so darf nur etwas Weniges hinzugethan werden, um volle Bewegung zu erhalten.

Ein Beyspiel hierüber!

Eine Kanone hat 76 Zentner. Sie soll mittels eines Hebels gehoben werden. Wie viel Kraft wird erfordert, wenn der Abstand der Unterlage von der Kanon $2\frac{1}{2}$ Schuh, und der Abstand der nämlichen Unterlage von der Kraft 24 Schuh beträgt?

Auflös.

Auflös. Weil das Produkt aus der Last 76 Zentner in ihren Abstande vom Untersatze $2\frac{1}{2}$ Schuh 190 beträgt; so muß das Produkt aus der Kraft in ihren Abstand vom Untersatze eben so viel auswerfen. Mau kennt nun den einen Faktor 24; also darf nur 190 durch 24 dividirt werden, um auch den andern Faktor zu erforschen. Der Quotient ist $7\frac{11}{12}$. Es werden demnach nicht gar 8 Zentner erfordert, um diese Kanone über sich zu bringen.

Zur Selbstübung.

Das Gewicht eines Eisenhammers auf einer Schmelzhütte hält $5\frac{3}{4}$ Zentner. Die Entfernung desselben von der Achse beträgt $8\frac{1}{2}$ Schuh, das übrige Stück des Stiels bis dorthin, wo ihn der Daumen der Welle berührt, mißt 7 Zoll, oder $\frac{2}{3}$ Schuh. Welche Gewalt muß die Daumwelle anwenden, um diesen Hammer zu lüften?

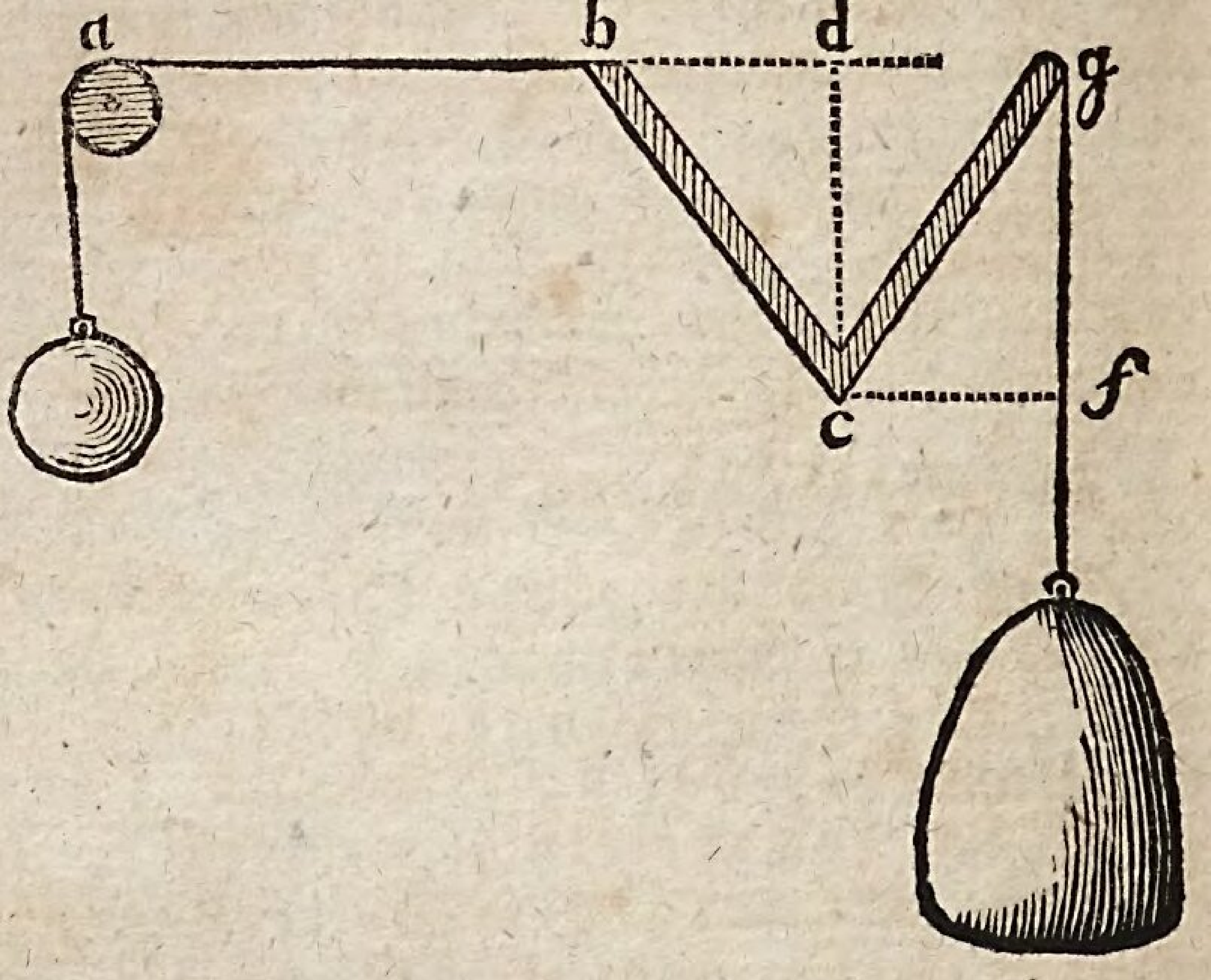
12. Fr. Was ist ein sogenannter Winkelhebel?

Antw. Ein solcher, wo die beyden Arme nicht wie bisher in einer geraden Linie liegen, sondern sich unter einem Winkel zu einander neigen, z. B. bey Hausglocken, woran Drath befestigt ist, um schellen zu können.

13. Fr. Was sind hier die Entfernungen des Ruhepunkts, oder der Unterlage von Kraft und Last?

Antw. Es sind sehr natürlich die senkrechten Linien, welche vom Untersatze auf die unmittelbaren

baren Richtungen der Kraft und Last hingezogen werden.

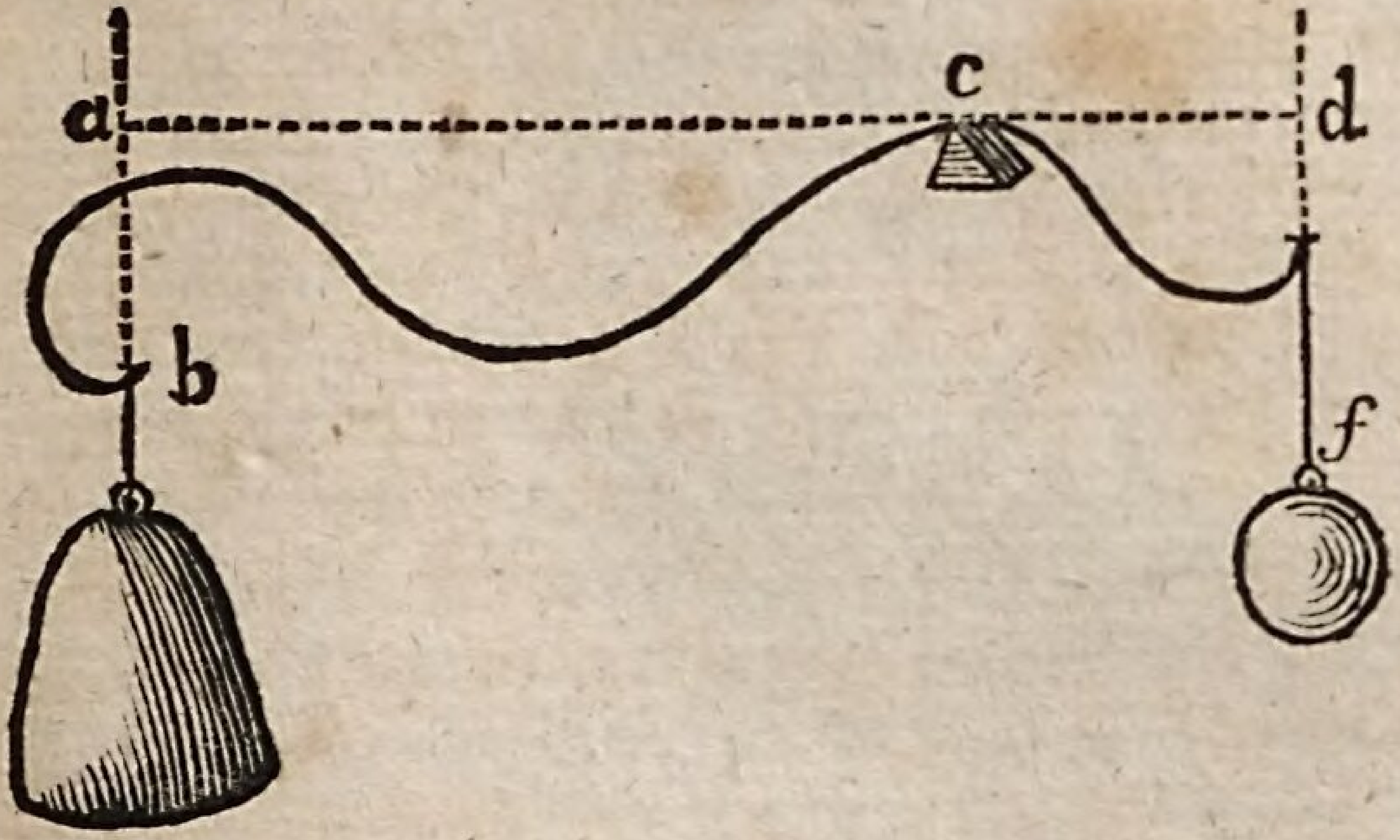


In der hier angebrachten Figur versinnlicht b c g einen solchen Winkelhebel Die unmittelbare Richtung der Kraft ist a b, ihre Verlängerung rückwärts b d; folglich die darauf hingeführte Senklinie c d die eigentliche Entfernung der auf den Hebel wirkenden Kraft von der Unterlage, welche ein Nagel versehen muß. Aus gleichem Grunde wird auch c f den Abstand der Last von der nämlichen Unterlage vorstellen.

14. Fr. Wie findet man bey krummlinichten Hebeln die wahren Abstände der Kraft und Last vom Untersatze?

Antw. Beynahe auf die nämliche Art, wie bey den Winkelhebeln. Man macht nämlich die

die unmittelbaren Richtungen der Kraft und Last, wo es nöthig ist, durch vor= oder rückwärts verlängerte Linien sichtbar, um vom Untersatze aus die Senklinien, als die eigentlichen Abstände, ziehen zu können.



Hier ist a b die Richtung der Last, a c der darauf hingeführte Perpendikel, d f die Richtung der Kraft, und c d die darauf hingezogene Senklinie, oder Perpendikel.

15. Fr. Welches nothwendige Geräthschaft für den Handel lieferte uns die Hebellehre?

Antw. Die Waage, womit eine Menge Waaren nach dem Gewichte ausgemessen werden.

16. Fr. Wie vielerley Arten von Waagen giebt es?

Antw. Zweyerley, nämlich die gemeine Krämerwaage, und die sogenannte Schnellwaage.

17. Fr. Auf welche Gattung von Hebeln läßt sich die gemeine Krämerwaage zurück führen?

Antw. Auf die erste Gattung, oder auf den doppelarmigen Hebel, wobey noch zu bemer=

merken kömmt, daß die beyden Arme gleiche Länge haben.

18. Fr. Was folgt aus der gleichen Länge der Arme?

Antw. Daß auch einerseits der Gewichtstein als Kraft, und anderseits die Waare als Last nothwendig gleiche Schwere haben. Denn sonst könnten die beyden statischen Momente, das heißt die Produkte aus den gleichen Abständen der Unterlage von Kraft und Last unmöglich gleich seyn; weil, wenn in zweyen gleichen Produkten überall ein Faktor der nämliche ist, auch die andern beyden Faktoren gleich seyn müssen.

19. Fr. Welche Eigenschaften muß eine gute Krämerwaage haben?

Antw Folgende: a) Sie sey sehr empfindlich, damit sie auch den kleinsten Theil des Gewichts anzugeben im Stande ist.

b) Die beyden Waagbalken sollen vollkommen gleich lang und dick seyn, so, daß nach der Verwechslung der Schalen keine Veränderung im Gleichgewicht erfolgt. Diese Eigenschaft macht, daß die Waare gerade so viel als der Gewichtstein wiegt.

c) Das Züngelchen soll eine ziemliche Höhe aber keine merkliche Schwere haben. Denn das Züngelchen beschreibt als Halbmesser während dem Sinken oder Steigen der Schalen einen Kreisbogen. Je größer nun der Halbmesser ist, desto kenntlicher ist ein kleiner Theil des Bogens, z. B. ein Grad, also auch ein kleines Uebergewicht auf der einen oder der andern Seite. — Ist das Züngelchen aber merklich

schwer,

schwer, so hilft es außer dem Gleichgewichte den Waagbalken selbst bewegen, und zeigt falsche Gewichter an.

d) Der Schwerpunkt der Waage darf weder in der Achse, noch über derselben seyn, sondern er soll sich unter der Achse befinden. Denn liegt der Schwerpunkt in der Achse, so wird beym Gleichgewichte die Waage in jeder Lage ruhen; weil der Schwerpunkt auf diese Art überall unterstützt ist. — Befände sich gähling der Schwerpunkt oberhalb der Achse, oder eigentlicher zu reden oberhalb dem Bewegungspunkte; so könnte beym Gleichgewichte nur dann Ruhe seyn, wenn der Schwerpunkt genau senkrecht ober dem Bewegungspunkt zu stehen käme, welches sehr hart zu errathen wäre. In jeder andern Lage schlüge die Waage um; weil der Schwerpunkt die niedrigste Stelle suchen würde, welche er senkrecht unter der Achse fände. Am besten ist es also, man baue die Waage gleich anfangs so, daß der Schwerpunkt unter der Achse zu liegen kömmt; denn auf diese Art ist er wie ein Pendel aufgehangen, und kann beym Gleichgewicht höchstens nur einige Schwingungen machen. Man bezweckt dieß dadurch, daß man die Schalen mittels Schnüre oder Ketten an den Waagbalken anhängt, und sie nicht etwa auf ihn selbst befestigt.

20. Fr. Was ist die Schnellwaage für ein Hebel?

Antw. Ein Hebel von zweyen aber ungleichen Aermen, der zur Abwägung der Körper

von

von ansehnlichem Gewichte, z. B. eines Heufuders bestimmt ist.

20. Fr. Welche praktische Regeln hat man, um eine gute Schnellwaage herzustellen?

Antw. Folgende zwey: 1) Man gebe dem kürzern Arme eine solche Dicke, daß er dem längern Arme ohne Last und ohne Läufer (so heißt das Gewicht, das auf den Theilstrichen des längern Arms verschoben werden kann) das Gleichgewicht hält; denn so nähert sich die Waage dem mathematischen Hebel. 2) Man mache die Theilstriche so gleichweit voneinander als möglich; denn nach dieser Gleichheit richtet sich auch die Gleichheit der Pfunde oder Zentner, die so eine Waage ausspricht.

21. Fr. Setze man den Fall, es besässe jemand eine Schnellwaage ohne Läufer; wäre es wohl möglich zu berechnen, von welcher Schwere er sich einen Läufer bestellen müßte, um die Waage gebrauchen zu können?

Antw. Die Auflösung dieses problematischen Falls ist allerdings sehr möglich. Denn da auf den längern Arm bey der Strichabtheilung allemal auch die Anzahl der Pfunde angemerkt stehen, denen der Läufer das Gleichgewicht halten muß; so nehme man mit einem Handzirkel die Länge des kürzern Arms, oder vielmehr den Abstand der Achse von jenen Hacken, woran die abzuwägende Waare befestigt wird, und sehe, wie viel Theilungsstriche des längern Arms dieser Abstand beträgt. Fällt gähling der Zirkel das erstemal nicht genau ein, so schlage man ihn öfter um, bis es zutrifft, und habe dann

Acht, welches Gewicht dabey angemerkt ist. Dieses Gewicht, und der kürzere Arm als Einheit geben zum statischen Moment ein Produkt, das dem Gewicht selbst gleich ist; weil die Einheit nicht multiplizirt. Nun kennt man vom zweyten Moment, das ebenfalls so groß seyn muß, einen Faktor, nämlich die Anzahl der Zirkelumschlagungen. Man dividire daher mit dieser Zahl in das Gewicht, so erscheint eben darum der andere Faktor als Quotient, und zugleich die Schwere des dazugehörigen Läufers.

Ein Beyspiel zu mehrerer Beleuchtung.

Der Abstand der Achse vom Hacken ist bey irgend einer Schnellwaage so gering, daß er, mit dem Handzirkel aufgefaßt und auf dem längern Arme viermal nmgeschlagen, erst den neunten Theilstrich, das ist 9 tt. erreicht. Wie schwer muß wohl der Läufer seyn?

Auflös. Auf der Seit des Hackens oder des kürzern Arms ist das Moment $9 \times 1 = 9$. Nun kennt man vom Moment der andern Seite den Faktor 4, folglich ist der andere Faktor $9 : 4 = 2\frac{1}{4}$, indem 4 mit $2\frac{1}{4}$ multiplizirt wieder das Moment 9 giebt. Der Läufer muß demnach $2\frac{1}{4}$ tt. schwer seyn.

22. Fr. Wie heißt das Hauptgesetz der ganzen Mechanik in Hinsicht auf Kraft und Zeitaufwand?

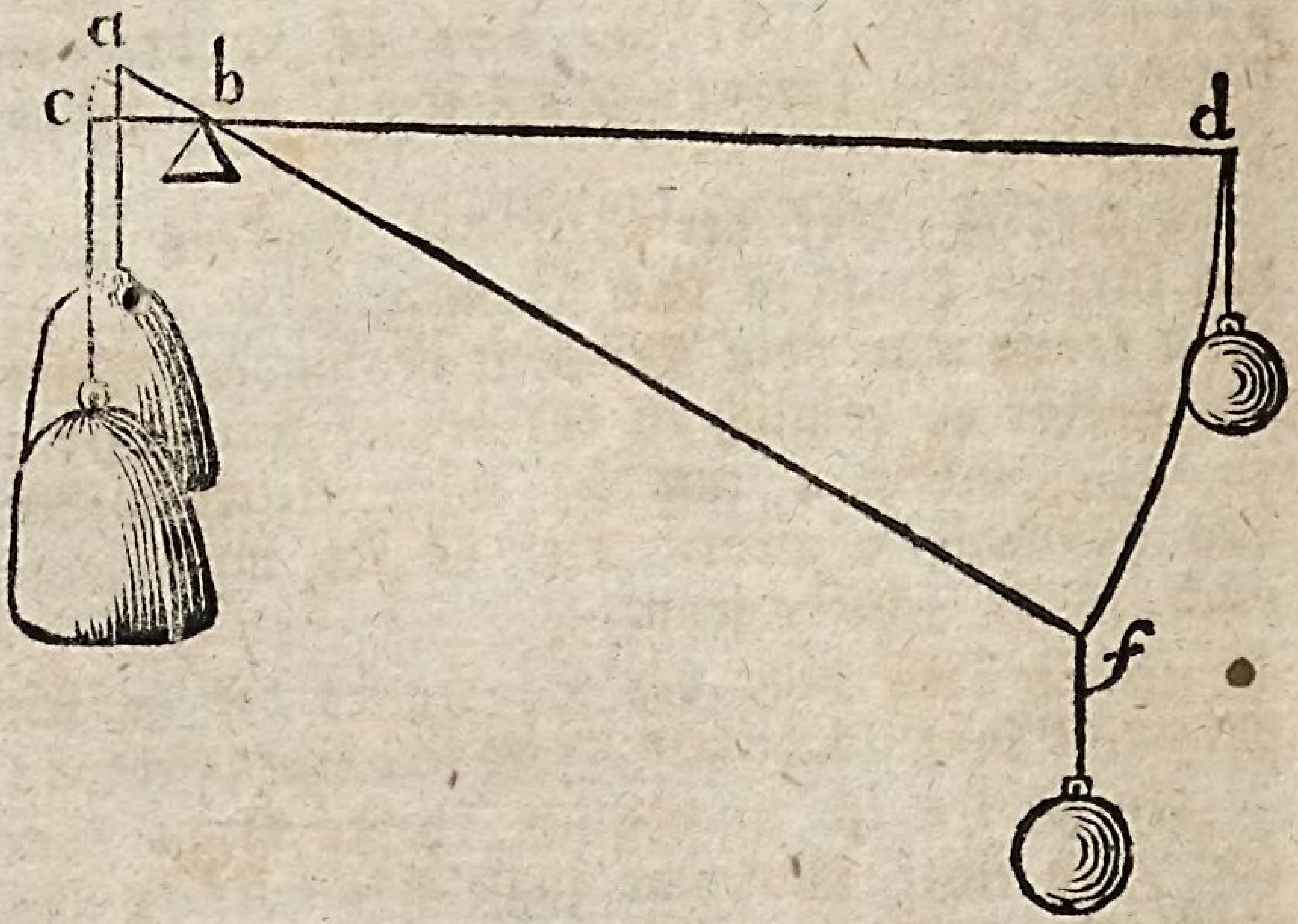
Antw. Es ist unmöglich, heißt dieses Gesetz, bey einer Maschine zugleich an Kraft und Zeit zu gewinnen. Das heißt, will man mit einer kleinen Kraft eine große Last heben, so

hat

hat man viel Zeit nöthig, um seinen Zweck zu erreichen. Man sieht dieß überzeugend genug beym Flaschenzug, bey der Fuhrmannswinde, u. d. gl. Will man hingegen die Wirkung einer Maschine beschleunigen, so muß die Kraft verstärkt werden. Mehr Wasser auf die Mühle gelassen bewirkt einen schnellern Umtrieb; mehrere Pferde vor ein schweres Fuhrwerk gespannt, fördern die Geschwindigkeit desselben. u. s. w.

23. Fr. Läßt sich dieses Hauptgesetz bey keinem einfachen Hebel begreiflich machen?

Antw. Ich dächte, sehr wohl. Denn nehme man nur gleich die erste Gattung des Hebels vor die Hand. Es stelle die Lage c b d das Gleichgewicht desselben vor.



Nun

Nun komme zur Kraft eine kleine Verstärkung, als etwa der Druck eines Fingers, und führe sie den Bogen d f hinab, so wird die Last während dieser Zeit nur um den sehr kleinen Bogen a c gehoben werden. Wäre der Arm b d noch größer, oder der Arm cb noch kleiner, so würde der Unterschied noch mehr in die Augen springen. Nur muß man dabey auch bedenken, daß im ersten Falle die Kraft kleiner, und im zweyten Falle die Last größer hätte ausfallen dürfen.

23. Fr. Was folgt aus diesem Verhalten der Dinge?

Antw. Daß bey jedem Hebel auch das Produkt aus der Last in ihre Geschwindigkeit dem Produkt aus der Kraft in ihre Geschwindigkeit gleich seyn müsse. Denn je größer der Abstand der Kraft von der Unterlage ist, desto größer der Bogen oder der Raum, den die Kraft beschreibt; folglich ist auch ihre Geschwindigkeit desto größer, während die Kraft selbst desto kleiner werden darf Es verhaltet sich also die Geschwindigkeit der Kraft wie der Abstand derselben von der Unterlage. Man ist demnach befugt, bey den statischen Momenten statt den Abständen der Kraft und Last, die Geschwindigkeiten dieser beyden Faktoren einzutauschen.

Anwendung der Hebellehre auf das Rad an der Welle. (Axis in peritrochio).

24. Fr. Welche Maschine versteht man unter dem Rad an der Welle?

Antw.

Antw. Eine um ihre Achse bewegliche Walze, woran sich Triebstäbe oder Kurbeln befinden, deren Stelle auch ein Rad vertretten kann. Man gebraucht sie beym Aufziehen beweglicher Gerüste an Häusern und in Kirchen, bey Bergwerksschachten, beym Aufziehen des Getreids auf Böden, und bey der Einrammlung großer Pfähle an Flüssen, z. B. an der Isar.

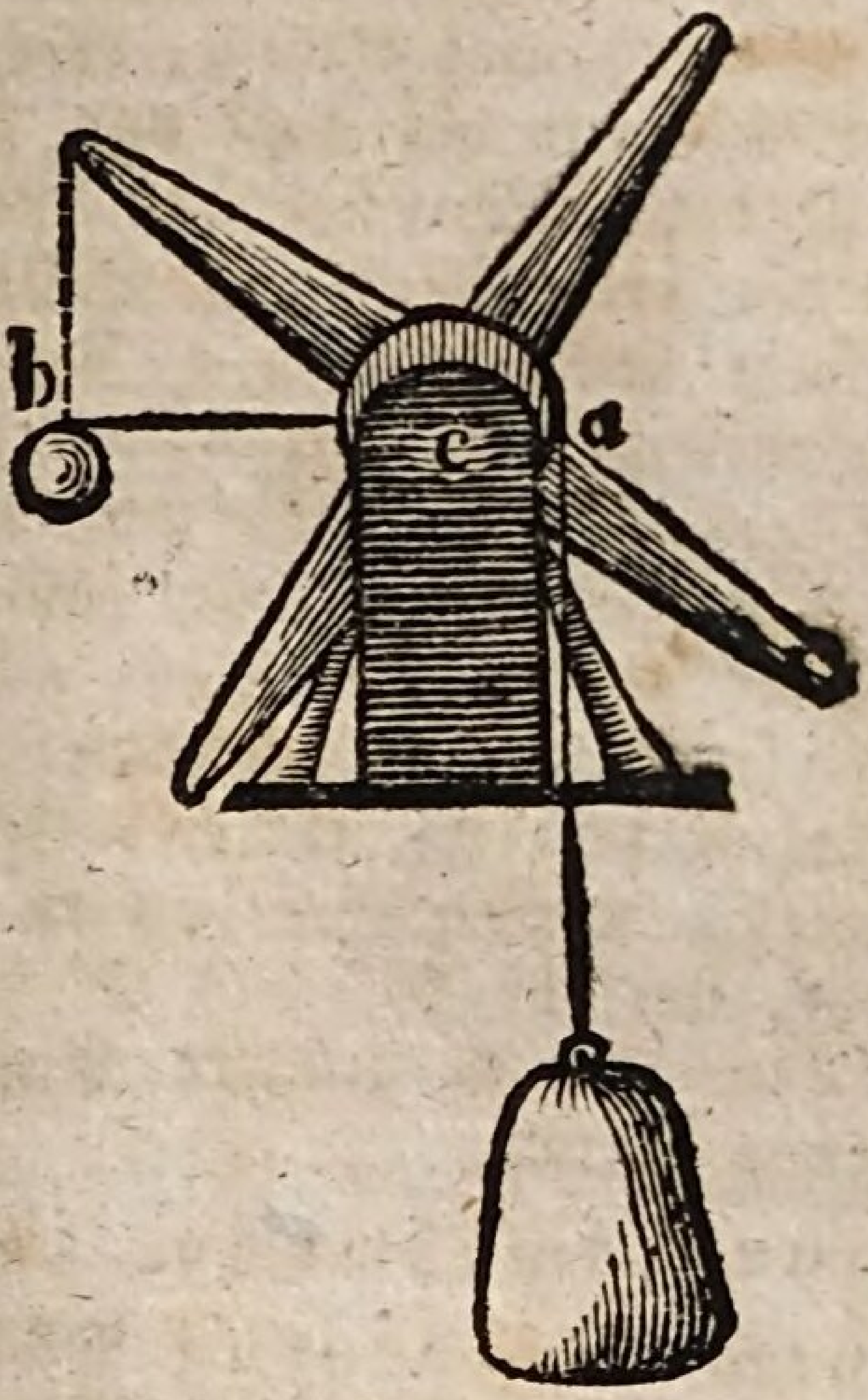
25. Fr. Wie wird das Rad an der Welle eingetheilt?

Antw. In den Haspel und in den Windenzug. Beym ersten hat die Welle eine senkrechte, beym zweyten eine horizontale Lage.

26. Fr. Was ist z. B. beym Haspel der Abstand der Kraft und der Last von der Unterlage?

Antw. Der Halbmesser der Walze nebst dem Halbmesser des Seils, das sich um dieselbe herumwickelt, giebt den Abstand der Last. In Fällen, wo sich das Seil öfter übereinander wickelt, müssen mehrere Halbmesser desselben zum Halbmesser der Walze addirt werden, um den gehörigen Abstand der Last zu erhalten. Den Abstand der Kraft hingegen stellt jede Speiche vor, von da an, wo sie die Hand anfaßt, bis zu der Achse der Welle gerechnet. Denn man zeichne die Maschine so, daß die Welle im Profil zu liegen kömmt, und ziehe von der Achse lothrechte Linien auf die Richtungen der Kraft und Last, so wird sich ein Hebel der ersten Gattung zeigen, wo die eben genannten Abstände leicht zu erkennen sind.

Hier



Hier ist a c der Abstand der Last, und b c der Abstand der Kraft von c, als dem Mittelpunkte der Achse.

Aufgabe zur Versinnlichung.

Es soll ein Gerüst, das sammt den Leuten und der Zugehör 14 Zentner schwer ist, mittels zweyer Häspel aufgezogen werden. Die Welle ist 5 Zoll dick, und die Speichen messen von der Achse aus $3\frac{1}{2}$ Schuh. Wie viel Menschen werden erfordert, wenn die Kraft eines Menschen auf 25 tt. geschätzt wird, und wenn das Seil einen Zoll dick ist?

Auflös. Der Abstand der Kraft von der Achse der Welle beträgt $3\frac{1}{2}$ Schuh, oder 42 Zoll. Hingegen der Abstand der Last von der nämlichen Achse ist der Halbmesser der Welle $\frac{5}{2}$ = $2\frac{1}{2}$ Zoll, und die halbe Dicke des Seils $\frac{1}{2}$ Zoll, zusammen also 3 Zoll. Diese 3 Zoll mit der Last 1400 tt. multiplizirt, giebt das eine statische Moment 4200. So groß muß nun auch das andere Moment der Kraft seyn. Man kennt einen Faktor dieses Produkts, nämlich 42 Zoll. Damit in 4200 hinein dividirt, erzeugt den andern Faktor 100 tt. Kraft. Es werden also 4 Menschen, wovon einer 25 tt. meistern kann, erfordert, um der Last das Gleichgewicht zu halten. Eine etwas größere Anstrengung bringt Bewegung hervor.

Etwas zur Nachahmung.

Bey einem Windenzug hält jene Trommel, woran sich das Seil aufwickelt, 1 Schuh im Durchmesser. Die Dicke des Seils mag $1\frac{1}{4}$ Zoll betragen. Wie lang muß der quer durchgesteckte Hebel seyn, wenn zwey Menschen ein Schäffel Weizen aufziehen sollen? Man rechnet die Kraft eines Menschen auf 36 tt. und die Schwere eines Schäffel Weizens von mittlerer Güte auf 320 tt.

27. Fr. Wie muß die Fuhrmannswinde, oder die Winde der Steinmetzen berechnet werden?

Antw. Eine solche Winde hat gewöhnlich 3 Theile, nämlich eine mit Zähnen versehene Eisenstange, ein dareingreifendes Rädchen, und eine

an

an dieses Rädchen angebrachte Kurbel. Daß die Länge der Kurbel den Abstand der Kraft vorstellt, kann keinen Zweifel unterworfen seyn. Eben so einleuchtend ist es, daß der Halbmesser des kleinen Rades, bis an das Ende eines Zahnes genommen, den Abstand der Last giebt. Die Berechnung dürfte demnach nicht schwer ausfallen.

Eine hieher gehörige Aufgabe.

Welche Last vermag ein Mann mittels einer Winde zu übergewältigen, wo die Kurbel 9 Zoll Länge hat, und des Rädchens Halbmesser nur $1\frac{1}{2}$ Zoll mißt, wenn man die Kraft des Manns auf 65 tt. rechnen darf?

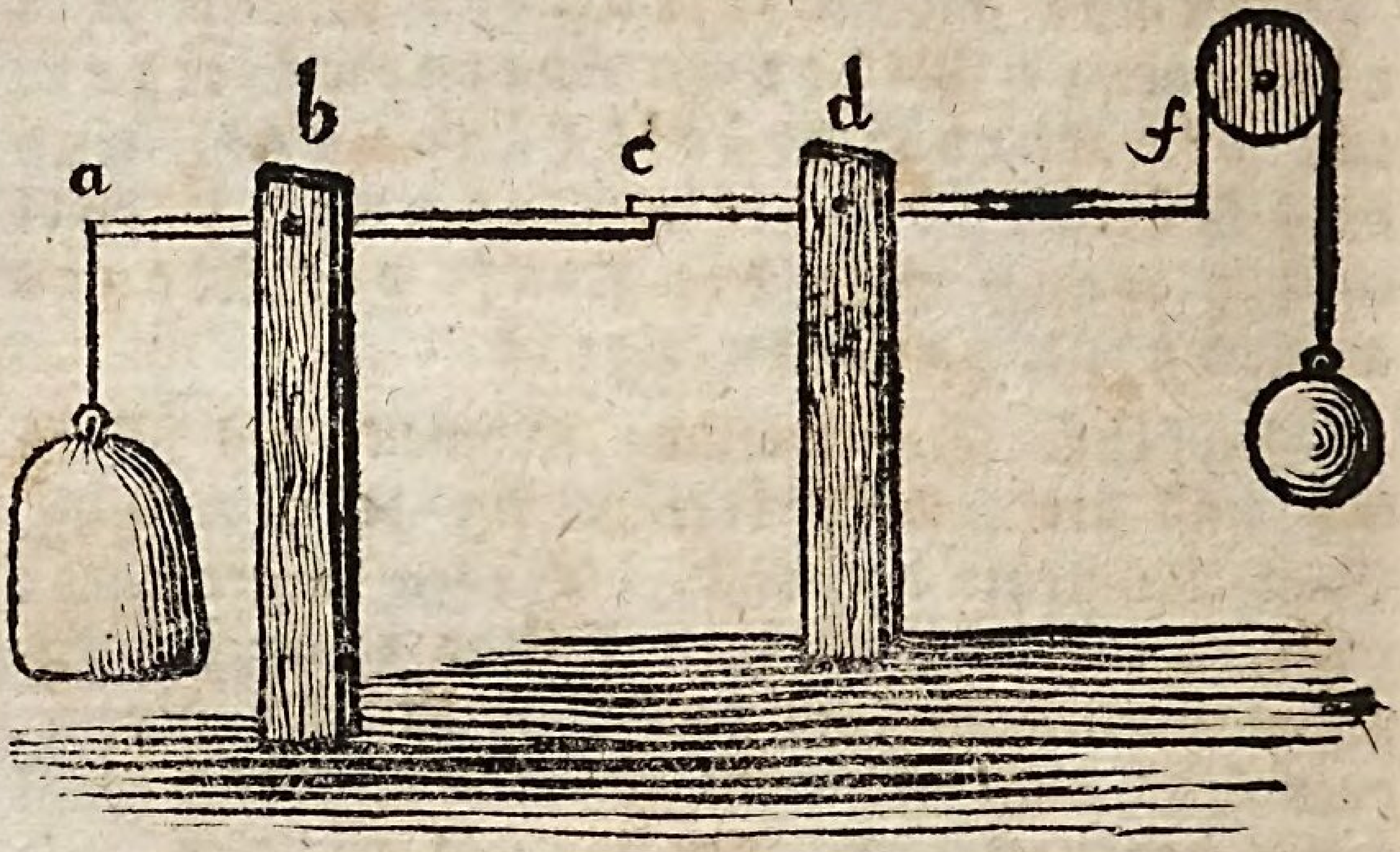
Auflös. Das statische Moment des Mannes und der Kurbel beträgt $65 \times 9 = 585$. Vom Momente der Last, das eben so groß seyn muß, kennt man nur den Faktor $1\frac{1}{2} = \frac{3}{2}$. Dividirt man damit in das Produkt 585 hinein, oder was eins ist, multiplizirt man obige Zahl durch den verkehrten Bruch $\frac{2}{3}$, so erscheint, wie schon, öfter gesagt worden, die Last 390 tt., die mit einem bischen mehr Anstrengung des Männerarms gehoben werden kann.

Vom zusammengesetzten Hebel.

28. Fr. Wie entsteht ein zusammengesetzter Hebel?

Antw. Wenn das statische Moment der Kraft, das heißt das Produkt aus der Kraft in die Distanz derselben von der Unterlage, nicht so groß ist als das Moment der Last, dann bringt man einen zweyten Hebel an, wo die erforderliche Kraft des ersten Hebels als Last des zweyten

ten betrachtet wird, und wo eine geringere Kraft als die erstere war, diese Last zu heben vermag. Ist gähling die Kraft, welche man im Besitze hat, noch zu schwach, dann mag noch ein dritter, ein vierter, ein fünfter Hebel u. s. w. zu Hilfe gerufen werden. Beygefügte Zeichnung soll die Idee eines zusammengesetzten Hebels einigermaßen versinnlichen.



Der Hebel ist bloß aus zweyen zusammengesetzt. Den ersten stellt a b c vor. Da die Kraft, die man besitzt, in c nicht hinlänglich ist, die Last zu heben, so wird der Hebel c d f so damit in Verbindung gebracht, daß dessen kürzerer Arm den längern Arm des erstern in c niederdrückt; folglich muß die Kraft in f aufwärts gerichtet seyn. Sollte etwa die Kraft noch nicht hinreichend seyn, dann müßte ein dritter Hebel so angebracht werden, daß der kürzere Arm desselben unter f zu liegen käme.

Ein Beyspiel zur Berechnung hierüber.

Es sollen 920 Zentner durch eine Kraft von 20 tt. mittels eines zweyfach zusammengesetzten Hebels gehoben werden. Der kürzere Arm des ersten Hebels hält $1\frac{1}{3}$ Schuh, und der längere 4 Schuh. Wenn nun der kürzere Arm des zweyten Hebels $1\frac{1}{2}$ Schuh mißt; welche Länge muß der andere Arm haben, an dessen Endpunkt die Kraft von 20 Pfunden angebracht wird?

Auflös. Das Moment der Last des ersten Hebels giebt $900 \times 1\frac{1}{3} = 900 \times \frac{4}{3} = 3600 = 1200$. Wird nun mit der Länge des zweyten Arms darein dividirt, so erhält man die erforderliche Kraft, nämlich $\frac{1200}{4} = 300$ tt. Diese Kraft als Last des zweyten Hebels betrachtet, giebt zum Moment $300 \times 1\frac{1}{2} = 300 \times \frac{3}{2} = \frac{900}{2} = 450$. So groß muß nun auch das Moment der wirklichen Kraft seyn, wovon man den einen Faktor 20 kennt. Dividirt man nun mit 20 in 450, so erscheinen für den längern Arm $22\frac{1}{2}$ Schuh, wodurch erst das Gleichgewicht erzielt wird. Macht man ihn etwas länger, so erfolgt die Hebung der Last von 900 Pfunden.

29. Fr. Welche Maschinen lassen sich auf den zusammengesetzten Hebel zurückführen?

Antw. Alle Arten von Räderwerken, als Uhren, Bratenwender, Schnellhäspel, Mühlen u. d. gl., wo immer ein Rad in das andere eingreift,

greift, und einen neuen Hebel vorstellt, der seinen vorhergehenden unterstützt, wie dieß sogleich ausführlicher gezeigt werden wird.

Von Zahnrädern.

30. Fr. Was versteht man unter einem Zahnrad?

Antw. Ein Zahnrad ist überhaupt eine Scheibe, beweglich um ihre Achse und an dem Umkreise mit Zähnen besetzt, die in die Zähne eines andern Rades eingreifen.

31. Fr. Wie werden diese Zahnräder eingetheilt?

Antw. In Sternräder, und in Kron- oder Kammräder. Unter einem Sternrad versteht man ein solches, wo die Zähne nach den Richtungen der Halbmesser hervorstehen, während dieselben bey den Kammrädern mit den Halbmessern rechte Winkel bilden. Beyde Räderarten werden bey jeder gewöhnlichen Taschenuhr angetroffen.

32. Fr. Was versteht man unter einen Räderwerk?

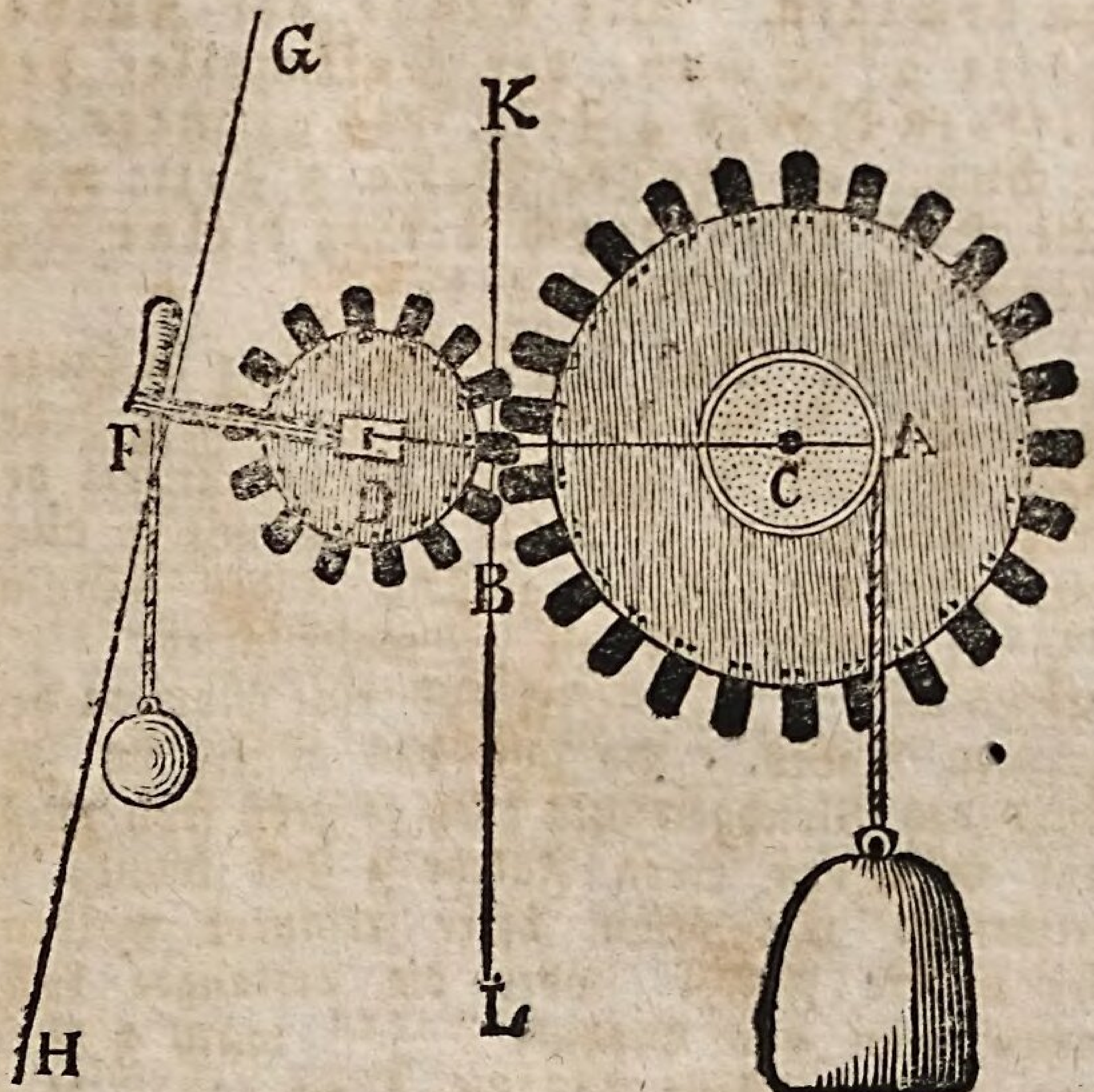
Antw. Eine Verbindung mehrerer Räder zu einem Ganzen, daß wenn eines in Bewegung gesetzt wird, alle in Umlauf gerathen.

33. Fr. Welche Räder nennt man Getriebe, Triebstöcke, oder auch Spindeln?

Antw. Jedes kleinere Rad, in dessen Zähne oder zahnförmige Vertiefungen und Erhabenheiten ein größers Rad eingreift. Sie sind meistentheils aus Stäben zusammengesetzt.

34. Fr. Als was kann ein solches Räderwerk betrachtet werden?

Antw. Wie schon oben gesagt worden, als ein zusammengesetzter Hebel. Denn in der beygegebenen Zeichnung stellt der Halbmesser der Welle A C den Arm der Last, und der Halbmer des daran befestigten größern Rades B C den Arm einer Kraft, die durch ein anderes Rad ersetzt wird.



Diese erforderliche Kraft muß man sich nun als Last denken, daher der Halbmesser D B vom kleinern Rade den Arm der neuen Last, und die Länge der Kurbel D F den Arm der wirklichen

Länge

Länge Kraft bedeutet. Zieht man in der Gegend, wo die beyden Räder ineinander greifen in Gedanken eine Tangente, wie hier K L, so stehen bekanntlich die beyden Halbmesser des großen und kleinen Rades senkrecht darauf, und sind demnach als wahre Abstände der Kraft und Last vom Hypomochlion zu betrachten.

Aufgabe zur Berechnung.

Ein Mensch sey im Stande 45 tt. zu bewegen. Die Länge der Kurbel halte $2\frac{3}{4}$ Schuh, der Halbmesser des kleinen Rades 4 Zoll, des größern $4\frac{1}{6}$ Schuh, und der der Welle 3 Zoll; welche Last kann durch dieses kleine Räderwerk gehoben werden?

Auflös. Man drücke die Arme in lauter Zolle aus, so hat man 33, 4, 50 und 3 Zolle. Das Moment des Menschen an der Kurbel beträgt also $45 \times 33 =$ tt. darein mit 4 dividirt giebt die Last des größern Rades nämlich $\frac{1435}{4}$ tt., diese Last mit 50 multiplizirt, $\frac{1435}{4} \times 50 = \frac{74250}{4}$, liefert das eine Moment des größern Rades. Da nun das andere im Zustand des Gleichgewichts eben so groß seyn muß, und man den einen Faktor 3 Zoll kennt, so erscheint, wie schon öfter erinnert worden, der andere Faktor, oder die verlangte Last, wenn man das Produkt $\frac{74250}{4}$ durch 3 dividirt. Es entsteht $\frac{74250}{4} : \frac{3}{1} = \frac{74250}{4} \times \frac{1}{3} = \frac{74250}{4} = 6187\frac{1}{2}$ tt., oder 61 Zentner $87\frac{1}{2}$ tt.

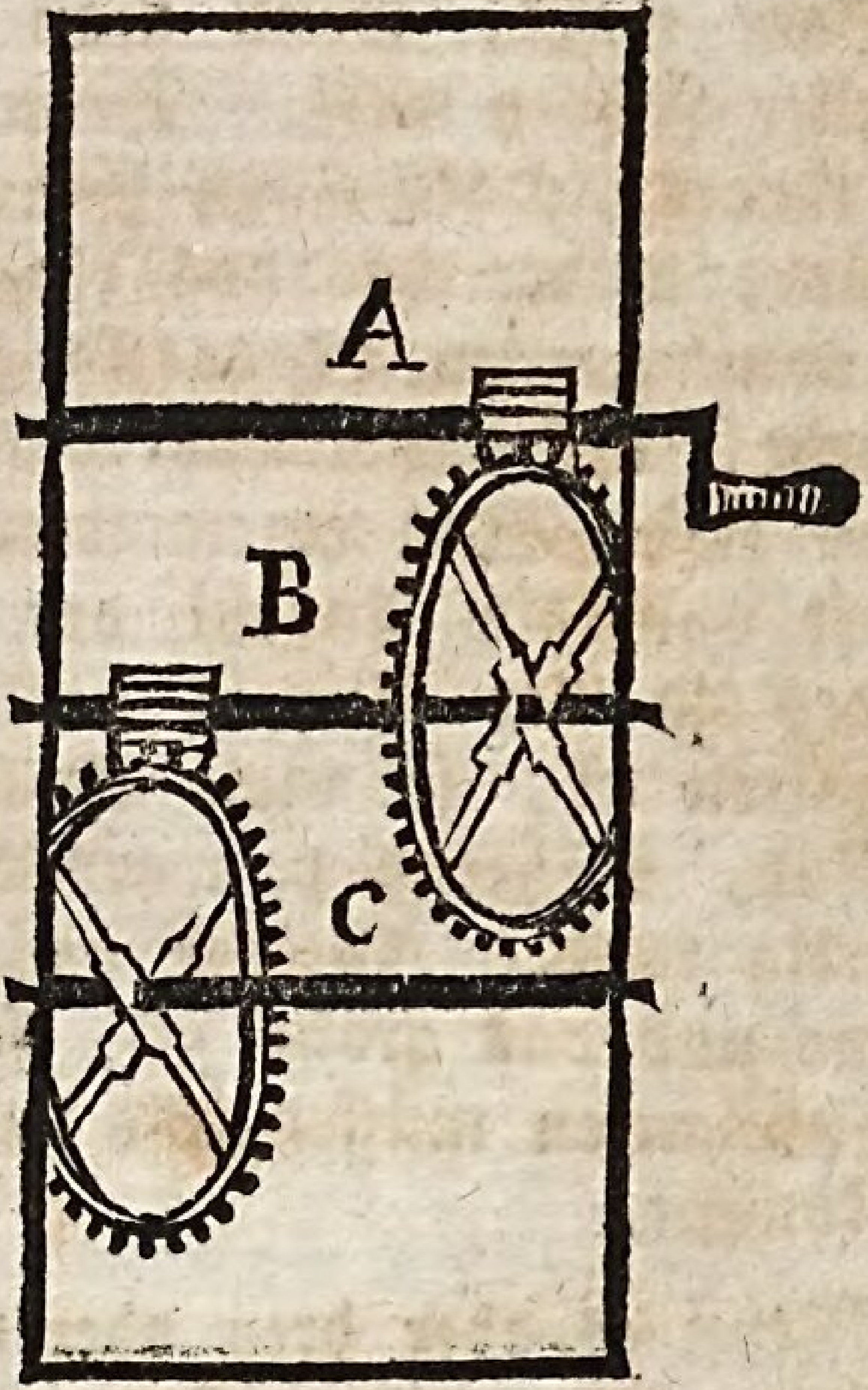
35. Fr. Kann bey einem Räderwerk aus der Geschwindigkeit eines Rades auch auf die Geschwindigkeit eines andern geschlossen werden?

Antw.

Antw. Sehr wohl, wenn man die Anzahl der Zähne aller Räder weiß. Denn jeder Zahn des kleinen Rades schaft einen Zahn vom großen Rade fort, in welches das kleine eingreift. Sind nun vom großen Rade so viele Zähne weiter gebracht, als das kleine selbst zählt, so hat eben das kleine Rad einen Umlauf vollendet. So oft nun die Anzabl der Zähne des kleinen Rades in der Anzahl der Zähne des großen enthalten ist, so viele Umläufe macht das kleine Rad, während das große mit einem Umgange fertig wird. Gesetzt das kleine Rad habe 8 Zähne und das große 56, so wird das kleine 7mal umlaufen müssen, bis das große einmal herum kömmt.

36. Fr. Wenn es aber drey oder mehrere Räder sind, und man wollte wissen, wie oft sich das geschwindeste um seine Achse dreht, während das langsamste mit einem Umgange fertig wird, wie müßte man dieß anstellen?

Antw. Man stelle nur allemal, wo es thunlich ist, das Verhältniß zwischen zwey und zwey einander eingreifenden Räder her, das heißt, man kürze, wo es angeht, die Anzahl der Zähne zweyer ineinander eingreifender Räder ab, in dem man sie durch eine dritte Zahl ohne Rest dividirt, und bringe das Ganze in einen förmlichen Kettensatz. Man habe z. B. 3 Räder A, B und C.



Das geschwindeste Rad habe 8 Zähne und das unmittelbar dareingreifende 40. An letztern befinde sich ein Triebstock mit 9 Stäben oder Zähnen, und das damit in Verbindung gesetzte Rad zähle 36 Zähne. Es geht demnach A 5 mal herum, während B dieß einmal thut. Im Gegentheil läuft B viermal um, während C einen Umgang vollendet. Nun spreche man nach dem Kettensatze: Wie viel Umläufe macht A während eines Umlaufes von C, da 1 Umlaufe von C 4 Umläufe von B geben, und 1 Umlauf von B 5 Umläufe von A thun?

Von A Uml. ?	1 Uml. v. C
1	4 Uml. v. B
1	5 Uml. v. A
	Antw. 20 Umläufe.

37. Fr. Was ist in Fällen zu thun, wo die Zähne des Triebstocks in den Zähnen des dareingreifenden Rades bey der Division nicht aufgeht?

Antw. Man sucht dann das kleinste Verhältniß der Umläufe zweyer ineinander greifenden Räder herzustellen, dann taugen sie eben so gut in den Kettensatz, als die einfachen Verhältnisse. z. B. Der Triebstock von A habe 6 Zähne, und das dareingreifende Rad B 28. Der Triebstock von B habe 9 Zähne, und das damit in Verbindung gesetzte Rad C 38 Zähne. Wie oft geht A um, während C einen Umgang macht?

Man verkleinere 6 und 28 durch 2, so erscheint 3 und 14. Das heißt: A geht 14 mal um, während B 3mal herum kömmt. So geht auch B 38mal herum, während C 9 Umläufe macht. Der Kettensatz wird demnach so ausfallen.

Von A Uml.?	1 Uml. v. C
9	38 Uml. v. B
3	14 Uml. v. A
	Antw. $19\frac{19}{27}$ Umläufe.

Indessen dürfen die gegebenen Verhältnisse auch unabgekürzt in den Kettensatz aufgenommen werden. Man kann dieß gleich in folgendem Beyspiele sehen.

Eine Pendeluhr besteht gewöhnlich aus 5 Rädern. Das geschwindeste, welches sonst das Steigrad genennt wird, hat einen Triebstock von 10 Stäben. Das zunächst damit verbundene erste Mittelrad zählt 75 Zäh-

ne.

ne. An dessen Welle befindet sich wieder ein Triebstock von 10 Zähnen. Das dareingreifende zweyte Mittelrad ist mit 80 Zähnen versehen. Dem daran befestigten Triebstocke sind mehrmals 10 Zähne oder Stäbe gegeben. Das damit verbundene dritte Mittelrad hat ebenfalls 80 Zähne wie das vorige; aber der Triebstock seines Wellbaums beträgt 12 Zähne, und das langsame Bodenrad, worein es greift, ist mit 84 Zähnen begabt. Wie oft geht das Steigrad um, bis das Bodenrad eine einzige Umwälzung macht?

A Uml. ?	1 Uml. des E
12	84 Uml. D
10	80 Uml. C
10	80 Uml. B
10	75 Uml. A

Antw. 3360 Umläufe des Steigrades gehen auf 1 Umgang des Bodenrades.

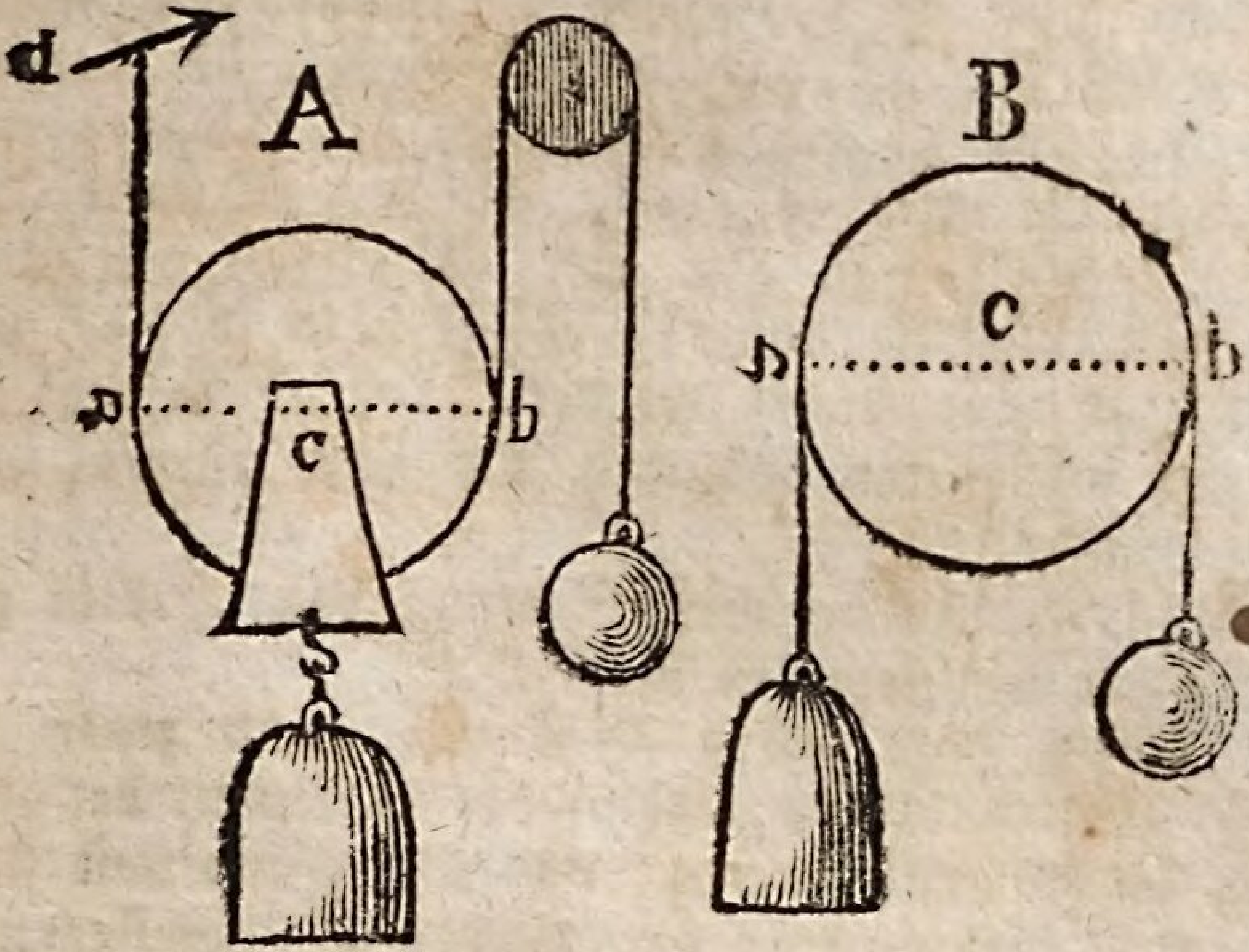
Von der Rolle und den daraus zusammengesetzten Maschinen.

33. Fr. Welches Werkzeug versteht man unter der Rolle?

Antw. Eine kleine Scheibe, die sich um ihre Achse dreht, und an deren Umkreise eine Hohlkehle zur Einlegung der Schnur oder des Seils befindlich ist.

39. Fr. Wie werden die Rollen abgetheilt?

Antw. In bewegliche und unbewegliche. Bey dem Gebrauche der ersten wird die Achse gleichfalls in Bewegung gesetzt, während die zweyten sich bloß um die Achse allein drehen, und die Achse selbst unverändert bleibt.



So z. B. stellt hier A eine bewegliche, und B eine unbewegliche Rolle vor. Es ist zwar auch bey der ersten eine unbewegliche in Verbindung gebracht, damit die Richtuug der Kraft abwärts gelenkt wird. In d muß das Seil oder die Schnur irgendwo befestigt werden.

40. Fr. Zu welcher Gattung von Hebeln gehört die bewegliche Rolle?

Antw. Zur zweyten Gattung; denn der Untersatz befindet sich in a, die Last in c und die Kraft wirkt unmittelbar auf den Punkt b: folglich befindet sich die Last zwischen der Unterlage und der Kraft.

41. Fr. Wie verhält sich hier der Abstand der Last vom Untersatze zum Abstand der Kraft vom nämlichen Punkte?

Antw. Da der Abstand der Last vom Untersatze der Halbmesser a c und der Abstand der Kraft von eben diesem Untersatze der ganze Durchmesser ist, so verhalten sich die beyden Linien wie 1 : 2. Das heißt der Abstand der Kraft ist noch so groß, als der Abstand der Last. Will man also hier Gleichheit der Produkte haben, so muß die Kraft halb so groß als die Last genommen werden. Eine bewegliche Rolle erleichtert demnach die Last allemal um die Hälfte.

42. Fr. Zu welcher Gattung von Hebeln gehört die unbewegliche Rolle?

Antw. Zur ersten Gattung, und zwar zu den gleicharmigten; denn der Untersatz befindet sich im Mittelpunkte c, und Kraft und Last sind an den Endpunkten der beyden Halbmesser angebracht. Da also hier die Abstände der Kraft und Last vom Ruhepunkte oder von der Unterlage gleich sind, so folgt nothwendig daraus, daß auch Kraft und Last gleiche Größe seyn müssen.

43. Fr. Welchen Nutzen gewährt also die unbewegliche Rolle?

Antw. Sie vermindert bloß die Reibung, und ändert zugleich die Richtung der Kraft dahin ab, daß der Mensch statt dem beschwerlichen Aufwärtsziehen abwärts ziehen darf, folglich die Schwere seines eigenen Körpers dazu verwenden kann; da sie im widrigen Falle ihm selbst zur Last seyn würde. Diese Art Rolle ist überhaupt nur in solchen Fällen anwendbar, wo

die

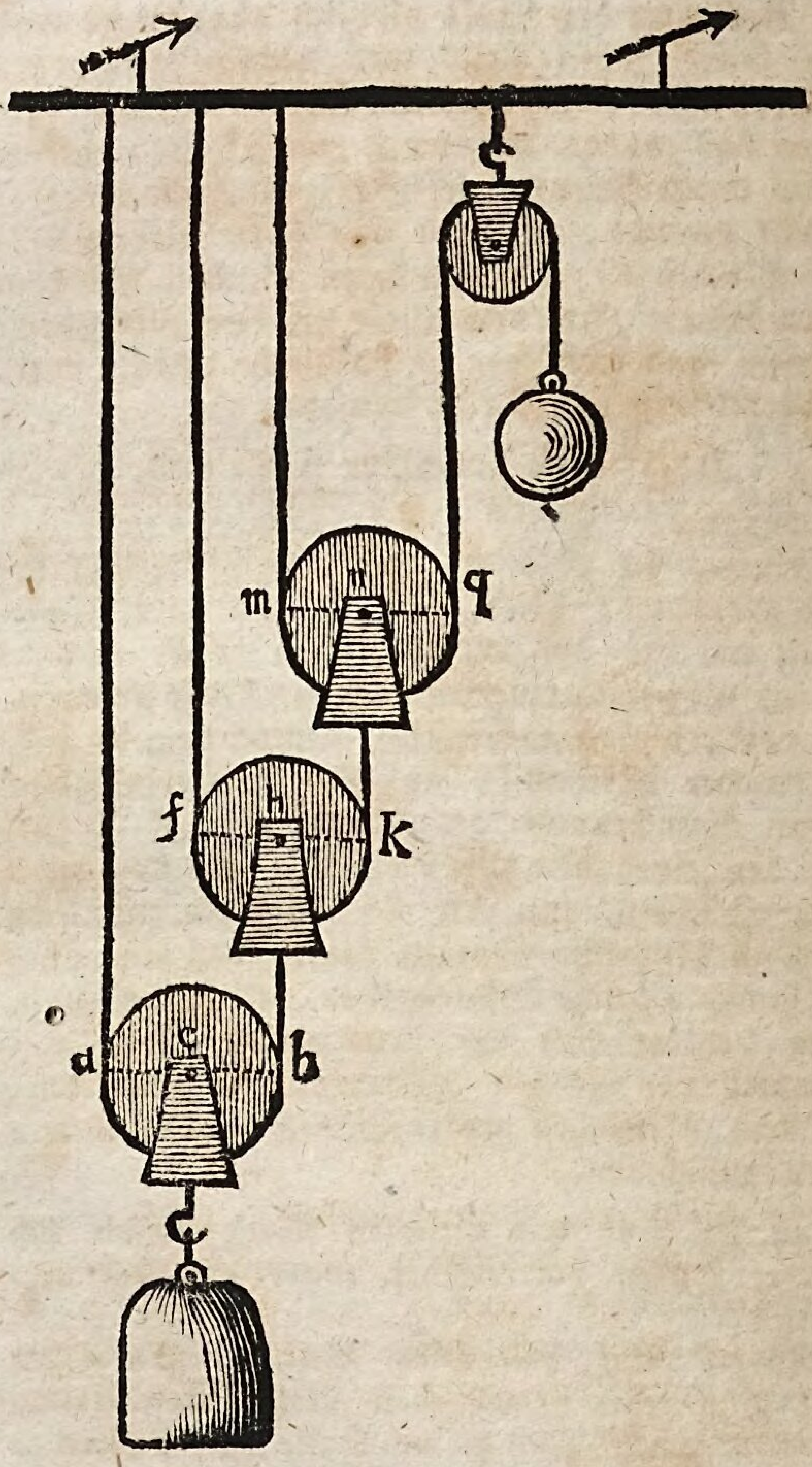
die Richtung der Kraft plötzlich abgeändert werden soll. Man sieht dieß häufig bey großen Repetiruhren, wo die Schnur manchmal beynahe das ganze Zimmer herumgeführt, ja oft sogar durch Mauern geleitet wird, bis sie jene Stelle erreicht, wo man von dieser Vorrichtung zur Nachtszeit Gebrauch zu machen wünscht. Eine fernere Anwendung der unbeweglichen Rolle trifft man auch bey Ziehbrünnen, Kirchthüren, Winterthüren und Fallthüren an.

44. Fr. Hat die bewegliche Rolle mehr Nutzen als die unbewegliche?

Antw. In Hinsicht der Verminderung der Last allerdings; denn man hat nur halb so viel Kraft als bey der unbeweglichen Rolle nöthig. Allein, was man einerseits an der Kraft gewinnt, das verliert man andrerseits, gemäß dem Grundgesetze der Mechanik, an der Geschwindigkeit. Denn man braucht gerade noch einmal so viel Zeit bey einer beweglichen Rolle als bey einer unbeweglichen, um die Last auf die nämliche Höhe zu bringen. Daraus folgt, daß man auch eine noch so lange Schnur oder Seil haben muß. Man bedient sich der beweglichen Rolle mit Vortheil bey großen Hänguhren in Zimmern, um das Aufziehen ganze Monate lang unterlassen zu dürfen.

44. Fr. Auf wie vielerley Weise lassen sich mehrere Rollen vortheilhaft unter einander verbinden?

Antw. Auf zweyerley Weise. Entweder giebt man jeder beweglichen Rolle ihren eignen Aufhangspunkt, und jedem Seile eine senkrechte Richtung, wie die jenseitige Figur es versinnlicht.


n
m
q
h
f
k
c
a
b

Man nennt so eine Vorrichtung ein Rollensystem, und ist als ein zusammengesetzter Hebel zu betrachten, wo jeder die Last um die Hälfte erleichtert; weil die Kraft immer den Durchmesser, die Last aber den Halbmesser zum Abstand von der Unterlage hat. Denn a b = 2 a c, f k = 2 f h u. s. w. — Oder man bringt mehrere bewegliche Rollen mit eben so vielen unbeweglichen so in Verbindung, daß sie alle nur ein gemeinschaftliches Seil haben Diese zusammengesetzte Maschine heißt Flaschenzug (Polyspastus). Er wird vorzüglich bey Gebäuden zum Aufziehen schwerer Bauhölzer, so auch beym Aus- und Einladen der Schiffe gebraucht.

45. Fr. Wie findet man die erforderliche Kraft zu einer gegebenen Last, die mittels eines Flaschenzuges von so und so viel beweglichen Rollen gehoben werden soll?

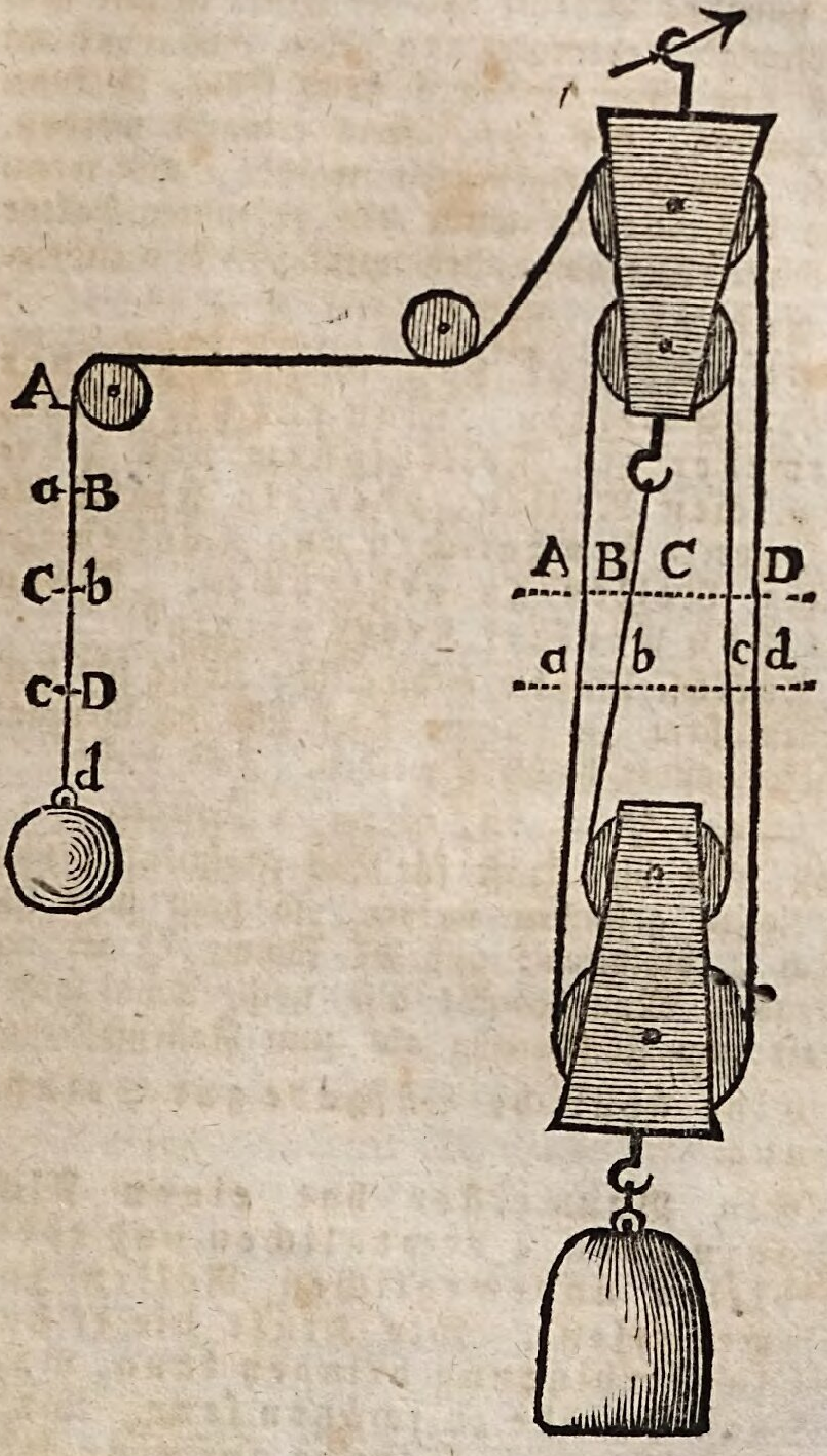
Antw. Man darf nur die Last durch die Anzahl der Säulenstränge, die sich zwischen den beyden Rollenparthien befinden, oder durch die doppelte Anzahl der beweglichen Rollen dividiren, so erhält man die erforderliche Kraft zur Herstellung des Gleichgewichts. Eine etwas größere Anstrengung, bringt, wenn auf die Reibung keine Rücksicht genommen wird, alsogleich Bewegung hervor. Gesetzt die Last habe 120 Zentner, und man braucht dazu einen Flaschenzug, der 6 Säulenstränge zwischen beyden Rollenparthien hat, so hat man $\frac{120}{6} = 20$ Zentner Kraft nöthig, um das Gleichgewicht herzustellen.

46. Fr. Wie kann diese Behauptung erwiesen werden?

Antw. Ungefähr auf folgende Art: Aus der 23sten Frage des 12ten Abschnittes ist bekannt, daß bey jedem Hebel auch das Produkt der Kraft in ihre Geschwindigkeit dem Produkt der Last in derselben Geschwindigkeit gleich seyn müsse. Nun sieht man bey der Anwendung des Flaschenzuges, daß sich die Kraft gegen der Last gehalten so vielmal geschwinder bewegt, als viele Seilenstränge zwischen den beyden Rollenparthien sind. Denn wird z. B. in gegenwärtiger Figur, die Last um einen Schuh gehoben, so müssen sich alle Stränge um einen Schuh verkürzen, daß heißt die Punkte a, b, c und d werden zu den Punkten A, B, C und D erhoben, Die Kraft muß also machen, daß während dieser Zeit 4 Schuh vom Seile fortgeschaft werden.

Diesemnach ist die Kraft viermal geschwinder als die Last. Wären es statt 4 Stränge 6 oder 8 Stränge, so müßte sich aus dem nämlichen Grunde die Kraft 6 oder 8 mal geschwinder als die Last bewegen. Setzt man nun die Geschwindigkeit der Last = 1, folglich ist, wenn der Flaschenzug nach obiger Annahme 6 Rollen oder 6 Stränge zählt, die Geschwindigkeit der Kraft = 6. Nehme man ferner auch wieder an, die Last sey 120 Zentner schwer, so wird das Produkt aus der Last in ihre Geschwindigkeit = 120 × 1 = 120 seyn.

Da


A
a B
C b
c D
d
A B C D
a b c d

Da nun das Produkt aus der Kraft in ihre Geschwindigkeit ebenfalls 120 geben muß, und da man den einen Faktor 6 schon kennt, so kann der zweyte, wie schon öfters erinnert worden, nicht anders ausgemittelt werden, als wenn man das Produkt durch den bekannten Faktor dividirt. Die obige Behauptung ist also richtig.

Aufgabe.

Es soll eine Last von 88 Zentner gehoben werden. Man hat die Wahl, entweder ein Rollensystem von 3 beweglichen Rollen, oder ein Flaschenzug von 2 beweglichen und 2 unbeweglichen Rollen zu gebrauchen. Wozu hat man weniger Kraft nöthig?

Auflös. Um die erforderliche Kraft für das Rollensystem zu finden, darf nur 88 dreymal hintereinander halbiert werden. Das giebt:
$\frac{88}{2} = 44$, $\frac{44}{2} = 22$, $\frac{22}{2} = 11$ Zentner.
Soll aber die Kraft für den Flaschenzug von 4 Rollen gefunden werden, so muß man 88 durch 4 dividiren, und da kömmt $\frac{88}{4} = 22$ heraus. Man braucht also noch einmal soviel Kraft zum Flaschenzug als zum Rollensysteme.

Eine ähnliche Aufgabe zur Selbstübung.

Ein Baumeister hat einen Flaschenzug von 4 beweglichen und eben so vielen unbeweglichen Rollen zusammengesetzt. Die Kraft die er damit in Verbindung bringen kann, mag auf 240 Pfunde zu schätzen seyn. Welche Last ist er im Stande auf eine Höhe

he

he von 67 Schuhen zu bringen? und wie lang wird es hergehen, wenn die Kraft alle 5 Sekunden 9 Schuh hinterlegt?

47. Fr. Können nicht auch die Höhen, zu welchen eine Last mittels eines Flaschenzugs gehoben wird, auf irgend eine Art gemessen werden?

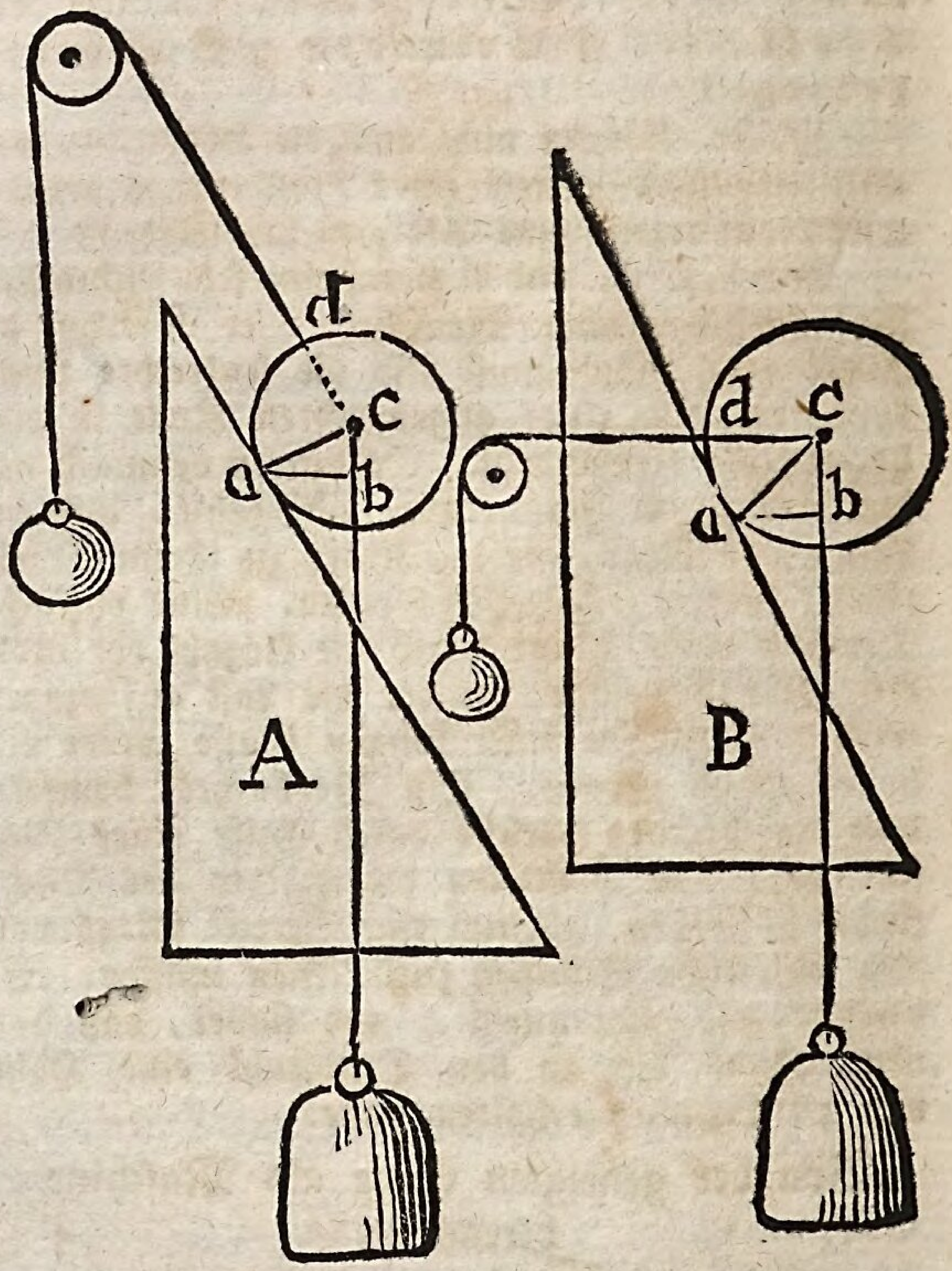
Antw. O ja, und diß auf eine sehr leichte Art. Bekanntlich stellen Menschen oder Pferde die Kraft vor. Man muß also die senkrechte Richtung mittels einer angebrachten Rolle in eine horizontale verwandeln. Es dürfen demnach nur die Rollen im Flaschenzuge abgezählt, und die Länge des Wegs, die die Kraft zu ihrem Spielraume fordert, gemessen werden. Eine einfache Division dieser Länge durch die Anzahl der Rollen giebt die Höhe, zu der die Last aufgezogen wird. Z. B. In einer langen Gasse werde ein hohes Haus gebaut. Ein Beobachter bemerkt, daß die Pferde, welche durch Hilfe eines Flaschenzugs von 4 Rollen die Hölzer des Dachstuhls aufziehen, allemal eine Strecke Wegs von 184 baierische Schuhen zurücklegen müssen. Er dividirt also 184 durch 4 und findet, daß das neue Haus bis an den Dachstuhl eine Höhe von 46 Schuhen erhalten habe.

Von der geneigten Ebne als Maschine betrachtet.

48. Fr. Wie theilt sich die geneigte Ebne als Grundmaschine ab?

Antw. In zwey Unterarten; denn einmal kann die unmittelbare Richtung der Kraft mit der Ebne selbst, und einmal mit der Grundlinie parallel laufen.

In



In jedem dieser beyden Fälle wird bey der nämlichen Last eine andere Kraft erfordert, um das Gleichgewicht herzustellen.

49. Fr. Auf welche Hebelart lassen sich diese beyderley geneigten Ebnen zurückführen?

Antw.

Antw. Unverkennbar auf den Winkelhebel; denn es kostet der Kraft die nämliche Anstrengung man mag sie bey herabgleitenden Walzen an d, oder bey dem Winkelhebel c a b an c anbringen, das Gewicht müßte beyderseits so groß als die ganze Schwere der Walze seyn; weil die Abstände der Richtungen der Kraft und Last von der Unterlage des Winkelhebels, oder von der Berührungslinie der Walze überall die nämlichen sind.

50. Fr. Wie findet man aus der gegebnen Länge und Höhe einer geneigten Ebne der ersten Art für eine bestimmte Last die erforderliche Kraft zur Herstellung des Gleichgewichts?

Antw. Man darf nur allemal die Last mit der Höhe der geneigten Ebne multipliziren, und das Produkt durch die Länge der Ebne dividiren.

51. Fr. Wie wird die Aechtheit dieser Verfahrungsart gerechtfertigt?

Antw. Auf folgende Weise: Da sich diese Art schiefer Ebnen so gut wie jede andere Grundmaschine auf einen Hebel zurückführen läßt, so hat auch hier Gleichgewicht, oder eine unendlich langsame Bewegung unter der Bedingung statt, wenn das Produkt aus der Kraft in ihre Geschwindigkeit gleich dem Produkt aus der Last in ihre Geschwindigkeit ist. Nun muß aber bey einer solchen Vorrichtung die Kraft die ganze Länge der schiefen Fläche durchwandern, um die Last auf eine bestimmte Höhe zu bringen. In obiger Figur A muß nämlich die kraftvorstellende Kugel einen so großen Raum senkrecht hinab zurück legen, als die Länge der

Fläche

Fläche beträgt, und dann ist die Last auf die verlangte Höhe gebracht; z. B. ein volles Faß auf einen Wagen. Man kennt demnach das Produkt aus der gegebnen Last in die gegebne Höhe der Hilfsfläche. Vom andern, eben so großen, Produkte kennt man aber nur einen Faktor, nämlich die Länge bemeldter Hilfsfläche, folglich muß wieder das Produkt durch den bekannten Faktor dividirt werden, um dadurch den unbekannten Faktor oder die Kraft hervorgehend zu machen.

Aufgabe zur Versinnlichung.

Ein Wagen ist $3\frac{1}{4}$ Schuh hoch. Es soll darauf ein Weinfaß von $28\frac{1}{2}$ Zentner gehoben werden. Man bedient sich dazu einer schiefen Fläche, die 17 Schuh lang ist. Welche Kraft wird erfordert, um diesen Zweck zu erreichen?

Auflös. Man multiplizire die Höhe des Wagens mit dem Gewichte des Faßes, dies giebt: $3\frac{1}{4} \times 28\frac{1}{2} = \frac{13}{4} \times \frac{57}{2} = \frac{741}{8}$. Man dividire dieses Produkt durch die Länge der schiefen Fläche, so erhält man $\frac{741}{8} : \frac{17}{1} = \frac{741}{8} \times \frac{1}{17} = \frac{741}{136} = 5\frac{61}{136}$, d. i. beynahe $5\frac{1}{2}$ Zentner als erforderliche Kraft.

Aufgabe zur Selbstübung.

Ein Weinkeller ist 32 Schuh tief. Es soll ein Weinfaß hinabgelassen werden, das $45\frac{3}{4}$ Zentner wiegt Man macht demnach aus der Stiege durch Auflegung zweyer Stangen eine Art schiefer Fläche, und findet sie 50 Schuh lang. Welche Kraft muß angewendet werden, um das Faß mittels

zwey=

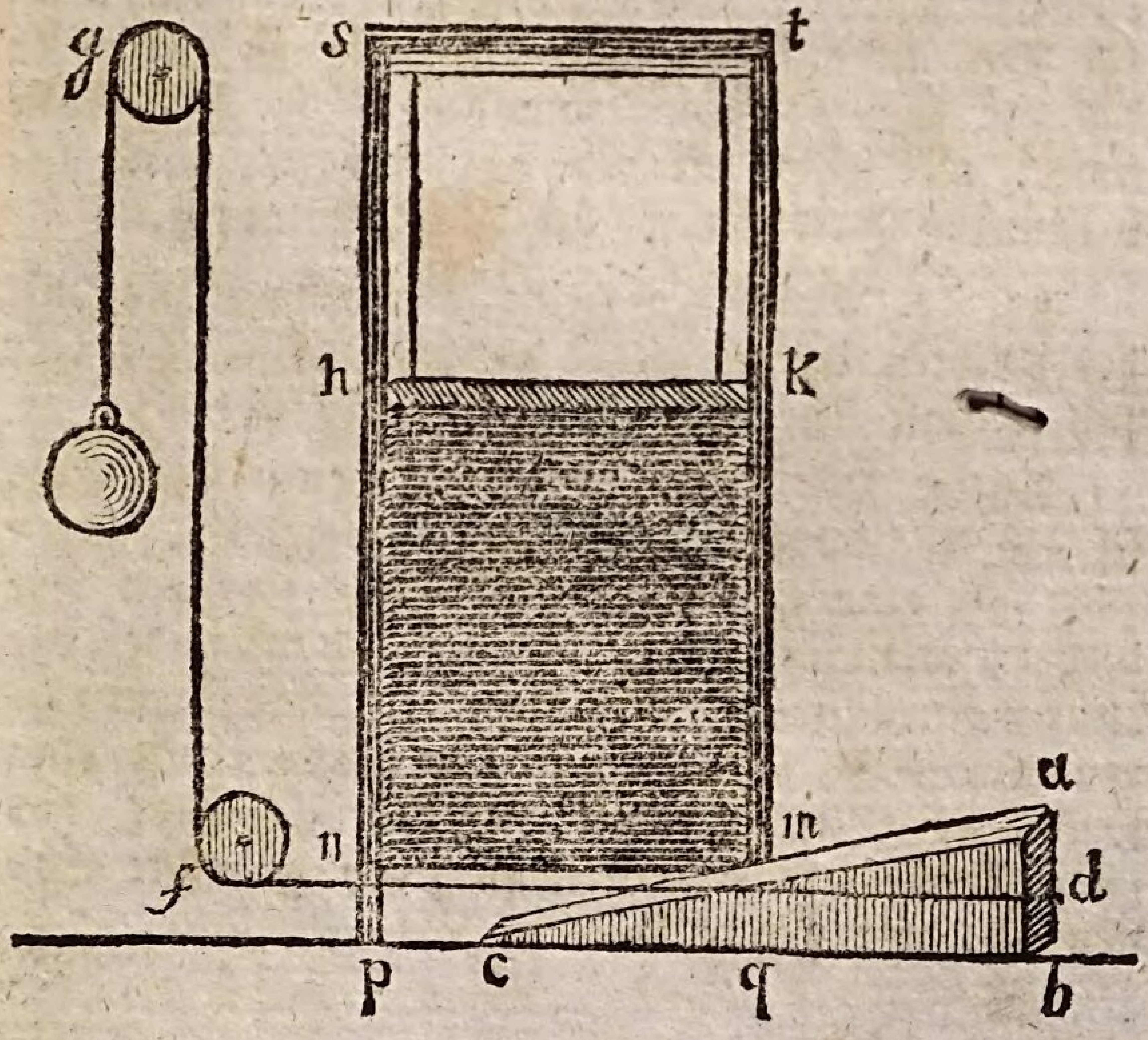
zweyer umschlungenen Seile immer im Gleichgewichte zu erhalten?

52. Fr. Wie findet man die erforderliche Kraft für die geneigte Ebne der zweyten Art, wenn Last, Höhe und Grundlinie als bekannt vorauszusetzen sind?

Antw. Man multiplizirt die Last mit der Höhe der geneigten Ebne, und dividirt das Produkt durch die Grundlinie.

53. Fr. Wie lautet der Beweis für diese Behauptung?

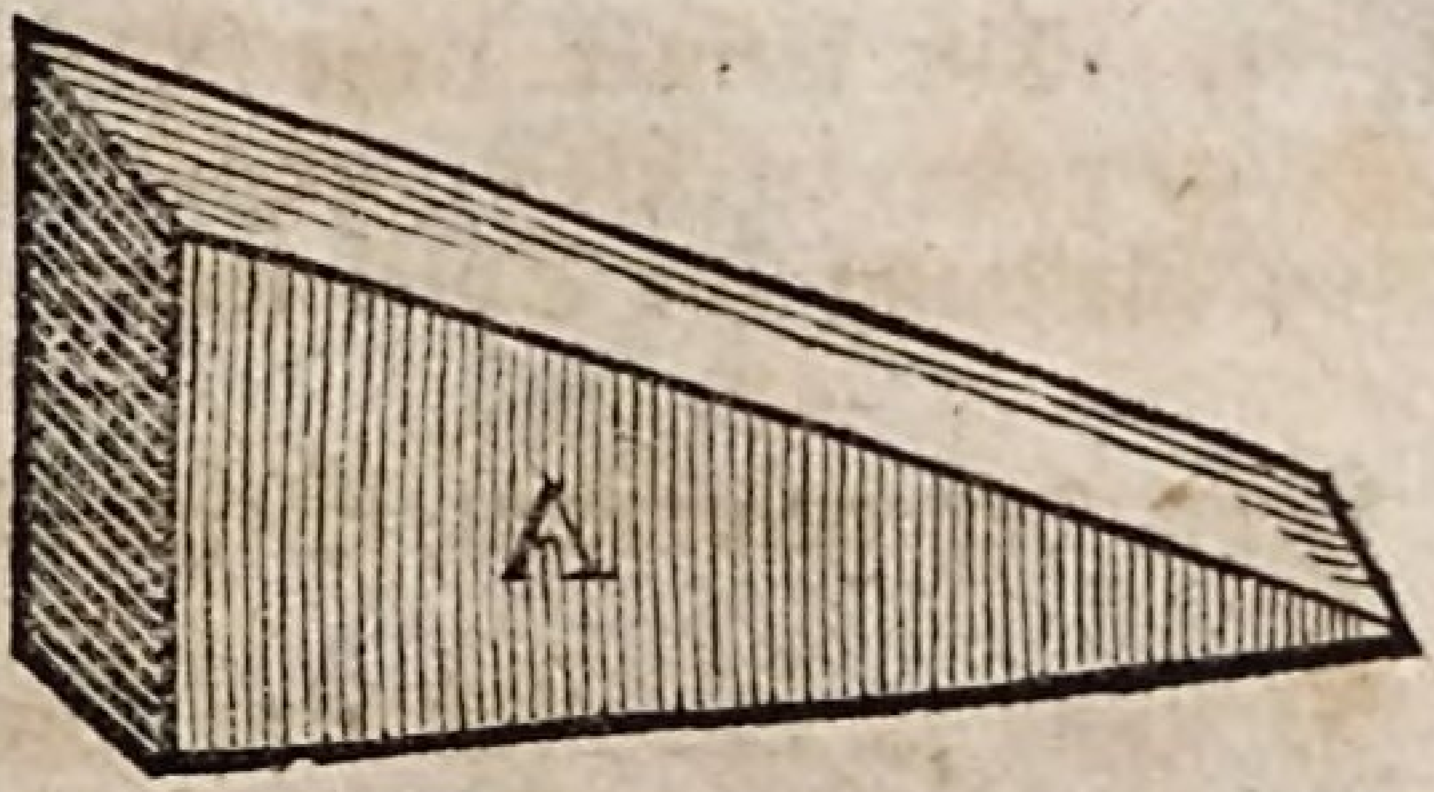
Antw. Es stellen in vorliegender Zeichnung p s t q einen Rahmen vor, worin ein Stück Holz oder ein anderer passender Körper m n h, k frey auf und ab bewegt werden kann.

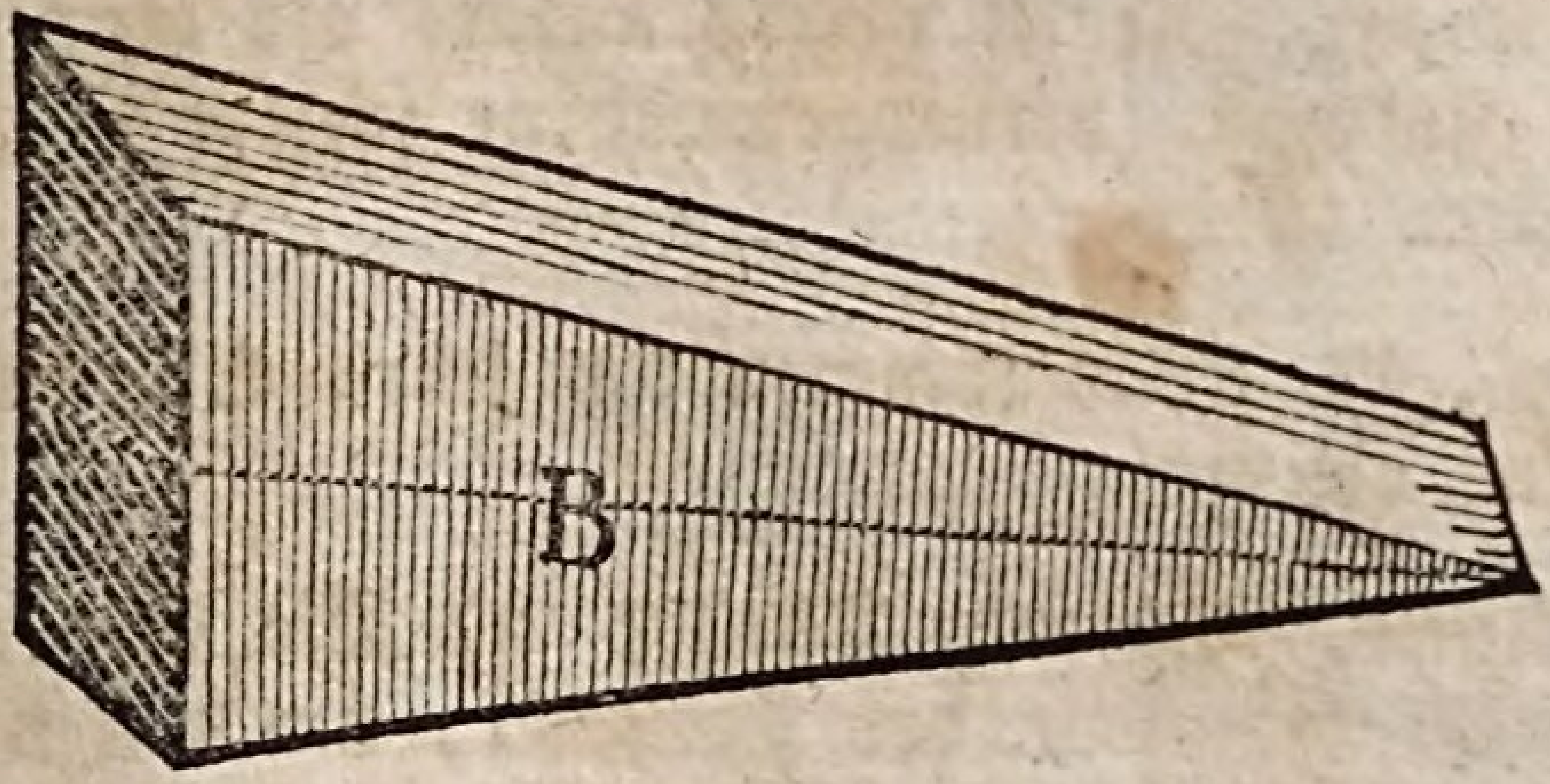


a c b sey eine geneigte Ebne, die sich mittels eines bey d angebrachten, und durch die Rollen f und g regulirten Gewichts, unter das besagte Holzstück hinein führen läßt. Man sieht hier beym ersten Anblicke dieser Maschine, daß die geneigte Ebne als Kraft ihre ganze Grundlinie b c zurücklegen müsse, während sich die Last um die Höhe der geneigten Ebne a d aufwärts hebt. Es verhalten sich demnach die Geschwindigkeiten der Kraft und Last wie die Grundlinie zur Höhe der geneigten Ebne. Da nun bey jeder Maschine das Produkt der Kraft in ihre Geschwindigkeit gleich seyn muß dem Produkte der Last in derselben Geschwindigkeit, und da letzters Produkt als gegeben angesehen werden darf, so ist leicht einzusehen, warum mit dem bekannten Faktor des andern gleichen Produkts in das erste dividirt werde; denn nur auf diese Art kann man, wie schon öfter gesagt worden, dem unbekannten Faktor auf die Spur kommen.

54. Fr. Welches gemeine Werkzeug kömmt mit der zweyten Art entweder ganz überein, oder läßt sich wenigst sehr leicht darauf zurückführen?

Antw Der Keil, welcher, wenn sein Profil ein rechtwinklichtes Dreyeck vorstellt, schon für sich eine geneigte Ebne der zweyten Art bildet, wie Figur A. Gewöhnlich hat aber der Umriß eines Keils die Form eines gleichschenklichten Dreyecks, und in diesem Falle theilt eine senkrechte Mittelfläche von der Schneide bis zum Kopf diese Art Keil in zwey geneigte Ebnen ab, wie Figur B.





Eine versinnlichende Aufgabe.

Zwey große Quaderstücke liegen aufeinander. Es soll das obere, welches 1840 tt. schwer ist, mittels zweyer gleich großen Eisenkeile, die man durch Hammerschläge von zweyen Seiten gegeneinander treibt, gelüftet werden. Welche Kraft wäre wohl nöthig, diese beyden Keile zwischen die Quaderstücke hineinzudrücken, wenn so ein Keil 9 Zoll lang, und über dem Kopfe $2\frac{1}{2}$ Zoll breit ist?

Auflös. Da für einen Keil nur die Hälfte der Last trifft, so beträgt dieß $\frac{1840}{2} = 920$ tt. Multiplizirt man mit $2\frac{1}{2}$, dann erscheint $\frac{920}{1} \times \frac{5}{2} = \frac{4600}{2} = 2300$ tt, und endlich durch 9 dividirt giebt $\frac{2300}{9} = 255\frac{5}{9}$ tt. oder 2 Zentner

ner $55\frac{5}{9}$ tt. Ein kleiner Ueberschuß verwandelt das Gleichgewicht in Bewegung, vorausgesetzt, wenn keine Reibung im Spiel wäre.

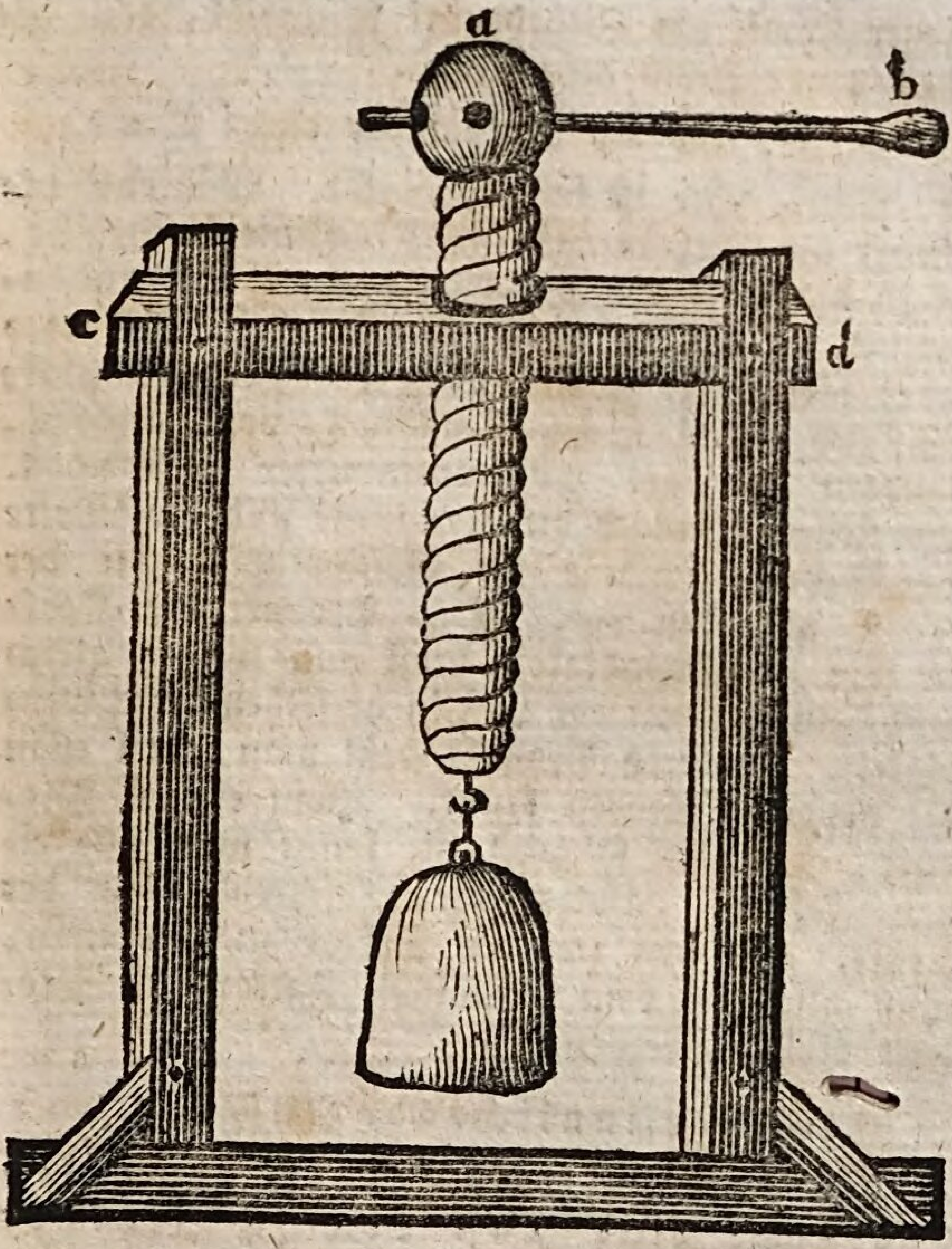
Von der gemeinen Schraube.

55. Fr. Was ist eigentlich eine Schraube?

Antw. Sie ist nichts anders als eine um einen Zylinder herumgewundene schiefe Fläche der zweyten Gattung.

56. Fr. Was kommen bey jeder Schraube für Theile vor?

Antw. Folgende Theile: a) Die Spindel, so heißt nämlich der Zylinder, um den sich die schiefe Fläche herum schlängelt. b) Die Gewinde, oder Schraubengänge (helices). Man versteht darunter die in paralleler Schiefe fortlaufenden Erhöhungen und Vertiefungen an der Spindel. c) Die Schraubenmutter, d. i. jener Bestandtheil, in welchen sich die Spindel, sobald sie gehörig in Bewegung gesetzt wird, eingräbt, und der daher ebenfalls mit Gewinden von innen versehen seyn muß, damit die der Spindel in sie eingreifen können. d) Der Ziehebengel, damit bezeichnet man jenen Stab, der durch den Kopf der Spindel gesteckt wird, um die Schraube in Bewegung setzen zu können. Die angefügte Figur giebt alle hier aufgezählten Bestandtheile deutlich zu erkennen.



57. Fr. Wie kann bey einer gemeinen Schraube die Kraft für eine zu hebende Last bestimmt werden?

Antw. Es darf nur die Last durch die Weite eines Schraubengangs multiplizirt, und das Produkt durch dieselbe Kreislinie dividirt werden, die

jener

jener Punkt am Ziehebengel beschreibt, den die bewegende Hand herumführt.

58. Fr. Und der Beweis für diesen Satz?

Antw. Der ist bald gemacht. Während die Kraft am Ziehebengel die Kreislinie beschreibt, wird die Last um die Weite eines Schraubengangs auf= oder abwärts gebracht. Es wird aber hier unter Weite nicht der perpendikuläre Abstand eines Schraubengangs vom andern, sondern von der Schraubenmutter verstanden. Es stellen demnach die Kreislinie und die Weite der Schraubengänge die Geschwindigkeiten der Kraft und Last vor. Das Produkt der Kraft in ihre Geschwindigkeit muß nun wieder gleich seyn dem Produkt der Last in derselben Geschwindigkeit. Letzteres Produkt weiß man, weil man die beyden Faktoren kennt. Vom erstern Produkt, das eben so groß ist, kennt man nur einen Faktor, nämlich die Geschwindigkeit der Kraft. Um den zweyten Faktor zu gewinnen, muß also mit dem bekannten Faktor das Produkt dividirt werden. *)

Eine versinnlichende Aufgabe.

Es soll mittels einer gemeinen Schraube eine Last von 74 Zentner ge=

*) Hier wird vorausgesetzt, daß man im Stande sey, aus dem gegebnen Halbmesser eines Kreises die Peripherie zu bestimmen. Wer etwa dieß noch nie gelernt hat, merke sich die kleine Regel: Man multiplizire den Halbmesser mit der Zahl 628 und dividire das Produkt durch 100, so giebt der Quotient die verlangte Kreislinie an.

gehoben werden. Der größte Abstand eines Schraubengewindes von der Mutter beträgt $\frac{3}{4}$ Zoll, und die Länge des Ziehebengels beläuft sich auf $3\frac{1}{2}$ Schuh. Welche Kraft wird hierzu erfordert?

Auflös. Man mache vor allen die $3\frac{1}{2}$ Schuh zu Zoll, damit die Weite der Schraubengewinde und die Länge des Ziehebengels in einem gemeinschaftlichen Maaße ausgedrückt sind. Sie geben 42 Zoll, diese durch 628 multiplizirt, macht 26376, und endlich durch 100 getheilt wirft ab $263\frac{16}{25}$, oder besser, weil die Rechnung noch nicht zu Ende ist $\frac{26376}{100}$. Das Produkt der Last in ihre Geschwindigkeit ist $74 \times \frac{3}{4} = \frac{222}{4} = \frac{111}{2}$. Nun darein mit $\frac{26376}{100}$ dividirt, giebt $\frac{111}{2} : \frac{26376}{100} = \frac{111}{2} \times \frac{100}{26376} = \frac{11100}{52752}$ Zentner als erforderliche Kraft. In Pfunden aufgelöset beträgt dieser Zentnerbruch gegen 23 derselben. Wäre nun keine Reibung zu überwinden, die freylich bey Schrauben am beträchtlichsten ausfällt, so würden 23 Pfunde, weil bereits ein kleiner Ueberschuß dabey ist, schon eine Bewegung hervorbringen.

59. Fr. Wozu ist die gemeine Schraube vorzüglich anwendbar?

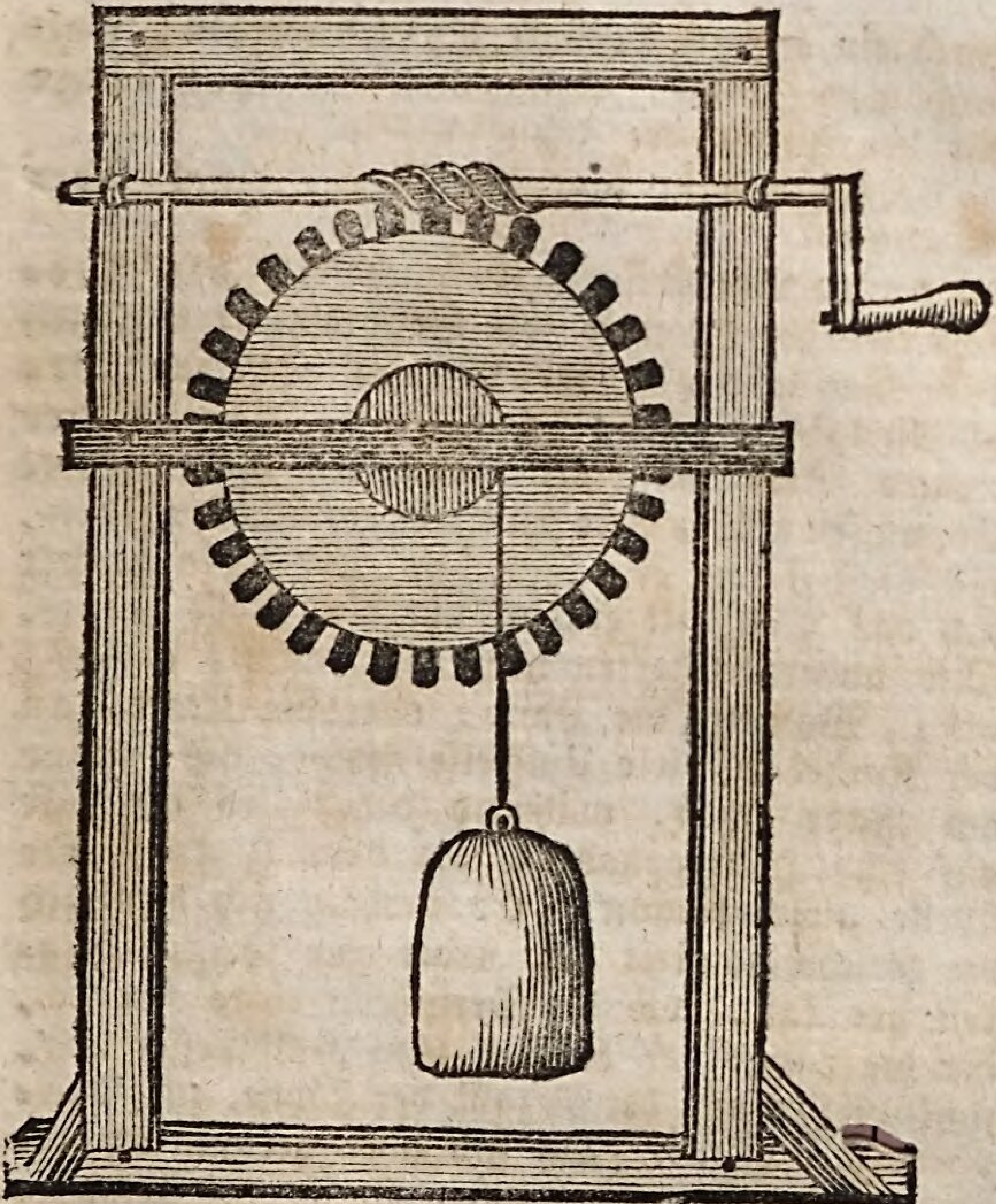
Antw. Bey allen Pressungen, z. B. beym Weinkeltern und in Buchdruckereyen, zum Siegeln und Stempeln, in Münzen u. d. gl., wo der Widerstand der zu pressenden Sache als die Last angesehen werden muß. Ihrer bedienen sich auch die Tischler oder Schreiner, wenn sie Holz leimen; die Faßbinder, um die Faßtauben zusam-

sammen zu biegen; die Müller, wenn sie den laufenden Mühlstein erhöhen oder erniedrigen wollen. Nichts von Nußknackern, Nähkißchen und hundert andern kleinen Geräthschaften dieser Art zu sagen. Besonders ist die Schraube empfehlungswerth, da durch ihre Hilfe freystehende Häuser um ein Stockwerk höher gebaut werden können, ohne eben den Dachstuhl abtragen zu müssen. Das macht die sanfte Bewegung, die sich alle Augenblick unterbrechen läßt.

60. Fr. Bisher war immer die Rede von der gemeinen Schraube; es muß also, denke ich, noch eine andere Art von Schrauben geben, und welche ist diese?

Antw. Es ist dieß die sogenannte Schraube ohne Ende, oder wie man sie auch sonst zu nennen beliebt, die ewige Schraube. Man versteht darunter die Verbindung einer Schraube mit einem Sternrade. Erstere ist mit einer Kurbel zum Umdrehen, und letztere mit einer Welle versehen, woran sich das an die Last angeknüpfte Seil aufwickelt. Die Bewegung wird dadurch ungemein sanft; aber in eben dem Grade auch langsam vor sich gehen. Der hier angefügte Entwurf wird den Begriff hievon sattsam verdeutlichen.

61. Fr.



61. Fr. Gesetzt, man kennt bey einer solchen Schraube ohne Ende die Länge der Kurbel, die Anzahl der Zähne des Rades, den Halbmesser der Welle, woran sich das Seil aufwickelt, und die Größe der Last; wie kann aus diesen drey Angaben die erforderliche Kraft heraus kalkulirt werden?

Antw. Es darf bloß die Last mit dem Halbmesser der Welle multiplizirt, und das Produkt

 durch

durch ein anders Produkt dividirt werden, welches man erhält, wenn man die Kurbellänge mit der Anzahl der Zähne multiplizirt.

62. Fr. Worin liegt der Grund dieses Verfahrens?

Antw. Nothwendig ist auch hier das Produkt aus der Kraft in ihre Geschwindigkeit gleich dem Produkte aus der Last in derselben Geschwindigkeit. Nun schafft jeder Umtrieb der ewigen Schraube einen Zahn des Rades fort. Es müssen also so viele Umtriebe gemacht werden, als viele Zähne das Rad hat, und dann wickelt sich das Seil erst einmal um die Welle herum. Mit andern Worten heißt dieß nichts anders, als: Während die Hand, oder die Kraft, an der Kurbel so viele Umkreise macht, als Zähne am Rade sitzen, während dem wird die Last auf eine Höhe gehoben, die dem Umkreise der Welle gleich kömmt. Es verhält sich demnach die Geschwindigkeit der Kraft zur Geschwindigkeit der Last, wie die Peripherie eines Kreises, der die Länge der Kurbel zum Halbmesser hat, multiplizirt mit der Anzahl der Zähne, zur Peripherie der Welle. Da sich aber bekanntlich die Peripherien zweyer Kreise wie ihre Halbmesser verhalten, so kann man auch eben so gut sagen: Es verhält sich die Geschwindigkeit der Kraft zu der der Last, wie die Kurbellänge multiplizirt mit der Anzahl der Zähne des Rades zum Halbmesser der Welle. Das Produkt also aus Kraft, Kurbellänge und Zähnezahl muß gleich seyn dem Produkt der Last in den Halbmesser der Welle. Wenn man nun die zwey Faktoren des letztern Produkts kennt, so darf dasselbe nur durch das Produkt aus der Kur-

bel-

bellänge in die Anzahl der Zähne dividirtwerden, und man erhält die Kraft zum Quotienten.

Ein Beyspiel hierüber.

Eine Last von $87\frac{1}{2}$ Zentner soll mittels einer Schraube ohne Ende gehoben werden. Die Kurbellänge beträgt $2\frac{1}{4}$ Schuh, der Welle Durchmesser 7 Zoll und das Rad 45 Zähne. Wie groß muß die Kraft hiezu seyn?

Auflös. Man mache alles zu Zoll, so hält die Länge der Kurbel 27 Zolle, dieß durch 45 multiplizirt, giebt 1215 zum Divisor. 8750 durch 7 multiplizirt, macht 61250. Die Division 61250 : 1215 wirft etwas mehr als 50 tt. für die Kraft aus.

Dreyzehnter Abschnitt.

Von der Reibung, als einem vorzüglichen Hinderniße der Bewegung.

1. Fr. Was versteht man eigentlich unter Reibung?

Antw. Man versteht darunter das wechselseitige Eingreifen der kleinen Erhöhungen eines Körpers in die Vertiefungen eines andern, während sich der eine über den andern hinbewegt, z. B. ein Schlitten über seine Schneebahn, oder ein Wagen über den Fahrweg.

2. Fr. Haben denn alle Körper rauhe, das ist, mit kleinen Erhöhungen und Vertiefungen behaftete Oberflächen?

Antw. Alle ohne Ausnahme, und sogar dann auch noch, wenn diese Oberflächen polirt werden,

den, z. B. Spiegeln, Marmorplatten u. d. gl. Der Grund dieser Rauhheit liegt lediglich in der Porosität, wovon im zweyten Abschnitt bey der 4ten Frage dieses Werkchens gesprochen worden. Denn, wie kann man sich eine vollkommen glatte, das ist, eine genau zusammenhängende Oberfläche an Körpern denken, die durch und durch mit kleinen Löchern und Höhlungen angefüllt sind?

3. Fr. Was geht also vor, wenn sich ein Körper mit seiner Oberfläche über den andern hinbewegt?

Antw. Die hervorstehenden Erhabenheiten des einen Körpers senken sich mehr oder weniger in die Vertiefungen des andern Körpers ein, und müssen daher theils herausgehoben, theils umgebogen, theils abgerissen werden, wozu allemal neue Kräfte erfordert werden.

4. Fr. Was hat die Reibung für einen Einfluß auf die Mechanik?

Antw. Sie allein ist Schuld, daß bey keiner Maschine die Berechnung der Kraft mit der Erfahrung übereinstimmt, sondern oft beträchtlich verstärkt werden muß, um eine Bewegung hervor zu bringen. Wenn z. B. an einer Radwinde 600 tt. Last dem Kalkul zufolge mit 50 tt. im Gleichgewichte stehen, so sollte von Rechtswegen die geringste Zuthat der Kraft von wenigen Quentchen schon die Last bewegen; aber das Reiben der Zapfen in ihren Lagern kann so stark seyn, daß vielleicht noch 15 bis 20 tt. erfordert werden, um die verlangte Bewegung zu erzwecken.

5. Fr.

5. Fr. Wie wird die Reibung abgetheilt?

Antw. In die gleitende oder streifende und in die wälzende. Erstere hat statt, wenn ein Körper dem andern während der Bewegung immer die nämliche Fläche zukehrt: letztere, wenn immer andere Theile der Oberfläche des einen Körpers, mit immer andern Theilen des andern Körpers in Berührung kommen. So z. B. ist beym Eisschießen die gleitende, und beym Kegelschieben die wälzende Reibung im Spiele.

6. Fr. Wovon hängt dann die Größe der Reibung eigentlich ab?

Antw. Von verschiednen Dingen, deren einige sich weder durch Kalkul noch durch Versuche gänzlich bestimmen lassen. Dergleichen sind:

a) Die Beschaffenheit des Gefüges der Körperbestandtheile, der Grad der Härte, der Dichtigkeit, der Politur u. s. w.

b) Die Anzahl der Theile, welche losgerissen, umgebogen oder aus den Vertiefungen herausgehoben werden müssen.

c) Die Größe der Oberfläche, die der Reibung ausgesetzt ist.

d) Das Gewicht des in Bewegung gesetzten Körpers.

e) Die Geschwindigkeit desselben.

Bey den über Rollen geschlungenen Seilen kommt auch noch ihre Steifigkeit in Betracht.

7. Fr. Welche in der Ausübung brauchbare Resultate gehen aus den zahlreichen Untersuchun-

gen

gen der Naturforscher, z. B. des Muschenbröks, des Amontons, des Belidors, und andern hervor?

Antw. Folgende:

a) Die gleitende Bewegung eines Körpers ist mit einer weit größern Reibung begleitet als die wälzende; daher soll jene, so oft es thunlich ist, in diese verwandelt werden.

b) Die Größe der Reibung hängt größtentheils vom Gewicht des Körpers ab. Es verhalten sich demnach bey zwey gleichartigen Körpern unter übrigens gleichen Umständen die Reibungswiderstände wie ihre Gewichter; die Größe der Flächen, die sich reiben, mögen seyn wie sie wollen. Diese Bewandtniß scheint daraus begreiflich zu seyn: Wenn man einem Körper eine kleinere Reibungsfläche giebt, so werden zwar die Erhabenheiten ihrer Anzahl nach vermindert; allein das nämliche Gewicht, oder der nämliche Druck ist eben darum auch auf wenigere Hervorragungen vertheilt, wodurch sie stärker in die Vertiefungen des andern Körpers dringen, und folglich das Herausheben, oder das Abreißen erschweren.

c) Bey Holz auf Holz darf man im Durchschnitt die Reibung auf $\frac{1}{3}$ des Gewichts jenes Körpers rechnen, der sich bewegt. Sie ist geringer nach der Richtung der Fibern als über die Quere derselben.

d) Bey Metall auf Metall läuft Stahl am leichtesten auf Messing; dann auf Bley, Kupfer, Zinn. Körper von einerley Materie, z. B. Stahl auf Stahl, reiben sich am stärksten; vielleicht

des=

deswegen, weil ihre gleichartigen Unebenheiten am beßten aufeinander passen, folglich die Ineinandergreifung derselben befördern.

e) Bey einem gutbestellten Fuhrwerk darf die Reibung auf Ebnen nicht viel höher als auf $\frac{1}{7}$ der ganzen Last gerechnet werden.

f) Wenn die Vertiefungen jener Körper, die sich einander reiben sollen, durch Schmiermittel ausgefüllt werden, dann wird die Bewegung erleichtert. Bey Holz auf Stein dient in dieser Hinsicht das Wasser am beßten, bey Holz auf Holz Talg oder Seife, bey Metall auf Metall Oel.

8. Fr. Wie groß wird wohl die Reibung der Zapfen bey Räderwerken befunden?

Antw. Wenn sie gut eingeölt sind, so beträgt sie bey Stahl auf Messing $\frac{1}{7}$, bey Stahl auf Kupfer $\frac{1}{5}$ und bey Stahl auf Stahl $\frac{1}{4}$ des Druckes. Zum Exempel, ein Wasserrad habe ein Gewicht von 250 Pfunden und sey mit zwey stählernen Zapfen versehen, die in Lagern von Messing laufen. Es trifft also auf einen Zapfen, gesetzt daß die Last gleich vertheilt ist, eine Last von 15 tt. Der siebente Theil davon beträgt beynahe 18 tt. Wenn man demnach um jeden der beyden Zapfen eine Schnur herumwickeln, und ein Gewicht von 18 Pfunden daran hängen könnte, so würde diese Vorrichtung die Reibung übergewältigen, und das Rad in Bewegung setzen.

9. Fr. Wie muß die Befrachtung der Fuhrwägen in Rücksicht auf die Reibung für eine bestimm-

stimmte Anzahl Pferde auf Ebnen berechnet werden?

Antw. Man darf bekanntlich die Kraft eines Pferdes im Durchschnitte auf 175 tt. anschlagen. Dieß will so viel sagen: Wenn eine Last von 175 tt. sich irgendwo in einem tiefen Keller oder in einem Schachte befände, wenn man dann an dieselbe ein Seil befestigte, dieses Seil oben über eine Rolle legte, und ein Pferd daran spannte; so wäre das Pferd im Stande, bemeldte Last aus der Tiefe herauf zu ziehen. Ein Pferd kann also 175 × 7 = 1225 tt. auf der Ebne ziehen, weil der siebente Theil davon 145 tt. für die Friktion giebt; denn die übrige Last, wenn sie einmal in Bewegung gesetzt ist, bedarf keiner weitern Kraft mehr. Soll nun ein Wagen für 4 Pferde befrachtet werden, so darf die Ladung sammt dem Wagen nicht mehr als 4mal 1225 = 4900 tt., oder 49 Zentner betragen.

10. Fr. Hat die Reibung auch einigen Nutzen?

Antw. O sehr vielen! Es hindert das Zurücklaufen der Maschinen, wenn die Kraft nachläßt z. B. bey der Schraube. — Durch die Reibung wird die Bewegung gleichförmig gemacht. — Beym Anländen wird die volle Bewegung eines Floßes bloß durch die Reibung des Seiles an dem Pfahle, um den es vortheilhaft geschlungen wird, plötzlich gehemmt. — Das Reiben der mit Harz bestrichnen Pferdhaare auf Darmsaiten entlockt der Geige angenehme Töne. — Durchs Reiben wird Wärme, ja auch sogar Feuer erzeugt. u. s. w.

Vier=

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Prändel, Johann Georg,

Die gemeinnützigsten und fasslichsten Sätze aus der Naturlehre und Scheidekunst für Real- und Feyertags-Schulen bearbeitet ; zwey Bändchen ; mit Figuren
Bd.: 1

München 1809

Bamberg, Staatsbibliothek -- H.n.o.82#1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11733881-5